Geod.

1969 1

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT
PENTRU CONSTRUCȚII
ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

E 1688

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT PENTRU
CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

1

1969

VOLUMUL 21, Nr. 1

IANUARIE 1969

SUMAR

D. MĂRĂCINE

Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcții industriale climatizate. I. Proiectarea . . . 1

A. MIHUL

Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcții industriale climatizate. II. Studii experimentale 10

V. DASCĂLU

Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcții industriale climatizate. III. Execuția . . . 15

J. AURIAN, I. GIUREA

Aspecte ale întocmirii graficelor coordonatoare prin metodele de analiză a drumului critic 20

ŞT. MIHĂILESCU, I. BĂRDESCU

Excavatoare cu braț telescopic în industria construcțiilor 31

AL. DAVIDESCU, V. ZBÂRCEA

Stabilitatea termică a construcțiilor pentru încăperi cu sarcină de încălzire dată (pe timp de iarnă) 36

S. ŞULER, R. GERTLER

Variații ale umidității în masele de agregate. . 41

D. GRIGORIU, G. SĂNDULESCU

Unele aspecte privind prefabricarea construcțiilor industriale parter în Italia 43

43 305

Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții, organ al Comitetului de Stat pentru Construcții, Arhitectură și Sistematizare — Redacția, administrația și casieria : București, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon : Redacția 13.98.80 ; Administrația 16.49.14. Abonamentele se primesc numai la sediul redacției. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.39 Direcția Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacția publicațiilor ,,Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții" și ,,Arhitectura"
Prețul unui exemplar lei 8

Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informatia" — București. c. 6037

SUMMARY

D. MĂRĂCINE : Industry shops with structural box-section prestressed concrete beams for climatizer equiped factory buildings (design)

The article describes an original structure whose main load bearing beams include an opening able to serve as a channel for transporting conditioned air.
The article details this solution which was chosen for the development of the „Tesătura" factory, Yassy.

A. MIHUL : Industry shops with structural box-section prestressed concrete beams for climatizer equiped factory buildings (experimental investigations)

The experimental station sponsored by the Faculty of Building, Yassy Polytechnic Institute has carried out, in cooperation with the local branch of the Research Institute for Building and Building Economy a series of scale model studies followed by tests on two full scale beams ; these investigations, dealt with in this article, aimed at a better knowledge of the construction technology and behaviour under gravity and horizontal loads of a box-section beam.

V. DASCĂLU : Industry shops with structural box-section prestressed concrete beams for climatizer equiped factory buildings (construction)

The structure chosen as well as the general conception of the project for the flind hall of the new Yassy spinning-mill have enabled the contractor to scientibically organize the building yard.
The article deals with the fundamentals of building site layout, construction technique and technologic sequence and then details their application

J. AURIAN & I. GIUREA : Some aspects related to the working out of coordinating graphs by the critical path method

The article covers several peculiar aspects related to : representation of activities on a coordinating graph ; integration of network graphs, their compaction and making actual.
The authors particularly dwell upon the working out of a network graph by the potentials method, since this latter is presently less known.

ST. MIHĂILESCU & I. BĂRDESCU : Excavator with telescopic jib for the building industry

Single bucket excavators with telescopic jib and hydraulic drive have recently found a wide field of utilization in various countries.
The article describes in detail these machines, their operation and delimits their field of utilization.

AL. DAVIDESCU & V. ZBIRCEA : Heat stability of buildings whose rooms have a given heating charge (during the winter)

The authors of this article endeavour to determine the heat stability in order to thus improve the service conditions of a heated room.
After a brief introduction dealing with the utilizattion of the coefficient of heat stability the authors seek an original and complete method based on the general laws of heat transfer and serving to determine the temperatures on the the wall and inside the room which are constituent parts of the coefficient of stability ; they start by choosing a heating regime determined by the economic criteria for a complex utilization of heat, with particular reference to teleheating systems.
The solution specified consists in integrating the equation of heat balance by means of difference calculus ; this provided the means of finding a comparatively easy solution of the problem.
The simplification of the heat balance consists in omitting the term describing the heating of the air ; this enabled a direct integration by considering instead a flow balance ; its utilization is supported by numerous experiments carried out under real conditions and proving a good concordance (errors less than ± 2.5%) between theoretical computations and measurements performed by means of thermocouples and ray screened thermometers.
The article brings forward that the solution specified has perfect general validity, the results attained being applicable to any given case (irrespective of the heat charge and even when the outside temperatures or superficial charges vary along the time).

S. SULER & R. GERTLER : Variations in moisture content of aggregates

The article expounds the results of the experiments carried out by the Research Institute for Building and Building Economy (INCERC) related to a better working of a concrete mixing plant. The variable moisture content of a pile of aggregates should be known for keeping the moisture at lowest possible at low temperatures and also for being able to observe the quantities of water specified.
The conclusions that could be drawn show that one should avoid aggregate supplies in winter and endeavour to keep an homogenous moisture in the pile of aggregates ; apart from that each pile (namely fine grain sorts) should be protected for a limited period before using the aggregates.
In the periods following bad weather the fine grain sorts should be provided an efficient control so as to be able to achieve constancy in the classes of concretes mixed.

D. GRIGORIU & G. SÂNDULESCU : Some aspects of the prefabrication of single storey industrial buildings in Italy

The construction of single storey industrial buildings made of prefabricated elements was one of the main objects pursued by the authors durind their Italian study tour.
The article deals in brief with various aspects related to design, building materials, technology, structural systems etc

SOMMAIRE

D. MĂRĂCINE : Halls en préfabriqués à poutres-canal portantes en béton précontraint pour constructions industrielles climatisés (étude de conception).

L'auteur presente une solution originale pour une structure oú les poutres principales de la construction forment à l'intérieur un creux, employé pour y faire circuler l'air conditionné.

Cette solution est décrite telle qu'elle a été appliquée aux entreprises ,,Tesătura'' de Jassy.

A. MIHUL : Halls en préfabriqués à poutres-canal portantes en béton précontraint pour constructions industrielles climatisées (études expérimentales)

Afin de connaître les caractéristiques technologiques d'exécution des poutres tubulaires et leur mode de comportement sous l'action des charges gravitationnelles et des charges horizontales, la Base Expérimentale de la Faculté des Constructions de l'Institut Polytechnique de Jassy, en collaboration avec la filiale de l'INCERC, a entrepris un programme d'études expérimentales d'abord sur modèles, ensuite sur deux poutres d'essai grandeur nature. Les études sont présentées dans l'article.

V. DASCĂLU : Halls en préfabriqués à poutres-canal portantes en béton précontraint pour constructions industrielles climatisées (l'éxecution)

La solution trouvée pour la charpente de résistance et l'étude de conception du hall blindé pour la nouvelle filature de Jassy ont permis à l'entrepreneur d'organiser sur des bases scientifiques le chantier.

L'auteur présente les principes sur lesquels se sont appuyé l'organisation, l'exécution et le choix du flux technologique, ainsi que la manière dont ces principes étaient appliqués.

J. AURIAN et I. GIUREA : Quelques aspects de l'élaboration des graphiques coordinateurs à l'aide des méthodes d'analyse du chemin critique

L'article traite de quelques aspects caractéristiques ayant trait à : la représentation des activités sur un graphique coordinateur ; l'intégration des graphiques-réseaux, leur concentration et l'actualisation des graphiques-réseaux.

On insiste particulièrement sur l'élaboration des graphiques-réseaux par la méthode des potentiels qui est encore insuffisamment répandue.

ST. MIHĂILESCU et I. BĂRDESCU : Excavateur à bras télescopique dans l'industrie des constructions

Récemment les excavateurs à une seule benne à bras telescopique et actionnement hydraulique trouvent en divers pays une large application.

L'auteur décrit amplement l'appareil, son mode de fonctionnement et ses domaines d'emploi.

AL. DAVIDESCU et V. ZBIRCEA : Stabilité thermique des constructions abritant les espaces à charge de chauffage donnée (pour l'hiver)

Le but des auteurs est la détermination de la stabilité thermique, afin de pouvoir améliorer par la suite les conditions d'usage des espaces chauffés.

Après une courte introduction portant sur l'emploi du coefficient de stabilité thermique, ils recherchent une méthode originale, complète, en s'appuyant, pour y arriver, sur les lois générales du transfer de chaleur, dans le but de déterminer les valeurs des températures à la surface des murs et à l'intérieur des chambres, températures qui entrent comme composantes du coefficient de stabilité ; comme point de départ ils choisissent un régime de chauffage déterminé par les conditions économiques qui prévalent dans le cas d'un emploi complexe de la chaleur, tel que le chauffage urbain.

La solution choisie, et notamment l'intégration de l'expression trouvée pour le bilan thermique à l'aide de différences finies, a permis une solution relativement simple du problème que l'on s'était proposé.

La simplification apportée à l'expression du bilan thermique, par ce qu'on a négligé le terme représentant le chauffage de l'air — ce qui a permis une intégration directe en passant à un bilan de fluxes, — était justifiée par les nombreuses expériences faites sur le vif et qui ont montré une bonne concordance (erreurs de ± 2,5%) entre les calculs théoriques et les mesures effectuées par l'intermédiaire des thermocouples et des thermomètres à écrans de radiation.

Le mode dont on a solutionné les problèmes posés est absolument général, les résultats étant applicables dans tous les cas (pour toutes charges thermiques et pour des températures extérieures et échange superficiel variables en temps).

S. SULER et R. GERTLER : Variations de l'humidité dans les masses d'agrégats

Les auteurs font part des résultats obtenus comme suite des recherches effectuées par l'Institut de la Recherche et Economie des Constructions (INCERC) sur le fonctionnement des stations de béton. Les variations d'humidité à l'intérieur des masses d'agrégats doivent être connues, afin de pouvoir observer les taux d'eau prévus dans les recettes.

Les conditions auxquelles on a pu arriver montrent qu'il faut éviter de procurer les agrégats en saison d'hiver, qu'il faut prendre des mesures pour assurer l'homogénéité de l'humidité dans la masse d'agrégats et qu'il faut protéger le tas (pour les sortiments fins seulement) durant une période limitée avant l'emploi de agrégats.

Pour les sortiments contenant des fines, il faut également, pendant les périodes immédiatement consécutives aux intempéries, assurer un contrôle efficace afin d'obtenir des résultats constants pour les marques de béton.

D. GRIGORIU et G. SĂNDULESCU : Quelques aspects de la préfabrication des constructions industrielles rez-de-chaussée en Italie

Pendant une visite que les auteurs ont faite en Italie, un des problèmes auquel on a accordé une attention particulière était le mode de réalisation des constructions industrielles rez-de-chaussée constituées d'éléments préfabriqués.

L'article donne un compte rendu sommaire sur les différents aspects se rattachant à la conception, aux matériaux, aux possibilités technologiques, aux solutions constructives rencontrées etc.

INHALT

D. MĂRĂCINE: Vorgefertigte Industriehallen mit Spannbeton Kastenträgern für klimatisierte Industriebauten (Entwurfbearbeitung)

Im Artikel wird vorgeführt eine originale Tragkonstruktion deren lasttragende Hauptträger einen inneren Hohlraum aufweisen der für die Beförderung der klimatisierten Luft dient.

Der Artikel befasst mit einer derartigen Lösung die bei der Entwicklung der Yassyer „Tesătura" Werke angewandt wurde.

A. MIHUL: Vorgefertigte Industriehallen mit Spannbeton Kastenträgern für klimatisierte Industriebauten (versuchsmässige Untersuchungen)

Die Versuchsstation der Baufakultät des Yassyer Polytechnischen Instituts hat, in Zusammenarbeit mit der Zweigstelle des Forschungsinstituts für Bauwesen und Bauwirtschaft, eine Reihe von versuchsmässigen Untersuchungen durchgeführt abgezielt auf die Erkundung der technologischen Ausführungseinzelheiten eines Kastenträgers und seines Verhaltens unter Schwerkraft- und horizontalen Belastungen; es wurden Modelstudien durchgeführt und zwei in vollem Maszstabe hergestellte Träger untersucht.

V. DASCĂLU: Vorgefertigte Industriehallen mit Spannbeton Kastenträgern für klimatisierte Industriebauten (Ausführung)

Die bauliche Lösung die für die Tragkonstruktion gewählt wurde und der Entwurf für die fensterlose Halle der neuen Yassyer Spinnerei ermöglichten dem Bauunternehmer den Bauplatz auf wissenschaftliche Weise zu organisieren.

Im Artikel werden vorgeführt die Grundlagen der Organisierung, Ausführung und Wahl der technologischen Reihenfolge der Bauarbeiten; es wird ebenfalls gezeigt wie diese Grundlagen praktisch angewandt wurden.

J. AURIAN, I. GIUREA: Einige Aspekte der Berechnung von koordinierenden Diagrammen unter Anwendung des kritischen Weges

Der Artikel befasst sich mit einigen charakteristischen Aspekten betreffend: Darstellung der Tätigkeiten im koordinierenden Diagram; Integration der Netzwerke; Vereinigung und Vergegenwertigung von Netzwerken.

Insbesondere wird erörtert die Berechnung von Netzwerken mit Hilfe des Potentialverfahrens das gegenwärtig weniger verbreitet ist.

ST. MIHĂILESCU, I. BĂRDESCU: Bagger mit Teleskoparm für die Bauindustrie

Jüngst kennen die Bagger mit einem einzigen Löffel, Teleskoparm und hydraulischer Steuerung einen immer breiteren Anwendungskreis im Auslande.

Im Artikel wird eingehend diese Baumaschinenart beschrieben sowohl wie sein Betrieb und seine Anwendungsmöglichleiten.

AL. DAVIDESCU u. V. ZBIRCEA: Zur Wärmebeständigkeit der Bauten mit vorgeschriebener Erwärmungskraft (für den Winter)

Die Autoren versuchen, im Rahmen des vorgeführten Werkes, die Wärmebeständigkeit eines Bauwerks zu bestimmen um auf diesem Grund die Betriebsbedingungen eines erwärmten Raumes zu verbessern.

Nach einer kurzen Einführung die sich mit der Anwendung der Wärmebeständigkeitsziffer befasst wird ein vollständiges aber originelles Verfahren gesucht das uns ermöglichen soll, unter Anwendung der allgemein gültigen Gesetze der Wärmetransmission, die Temperaturwerte an der Wand und im Innern der Räume zu bestimmen; bei der Ermittlung der oben angeführten Werte die man in der Wärmebeständigkeitsziffer wiederfindet geht man aus von einem gewissen Erwärmungszustand der eine wirtschaftliche und komplexe Nutzung der Wärmemengen, insbesondere im Falle eines Fernheizungssystems, gewährleistet.

Die vorgeschlagene Lösung, nämlich Integration des Wärmehaushalts unter Anwendung der Differenzenrechnung, ermöglicht uns eine verhältnismässig einfache Lösung des Problems.

Der vereinfachte Ausdruck des Wärmehaushalts wird erreicht unter Vernachlässigung der Lufterwärmung und erlaubt eine unmittelbare Integration indem man zu einem Flusshaushalt übertritt; das Verfahren ist begründet durch zahlreiche Prüfungen von tatsächlichen Fällen die eine gute Ubereinstimmung (Fehler von ± 2,5%) der Rechenergebnisse mit den Messergebnissen gezeigt haben — letztere unter Anwendung von Wärmezellen und Thermometern mit Strahlungsschirm.

Es wird hervorgehoben dass das Verfahren allgemeine Gültigkeit hat und dass die erlangten Ergebnisse in allen Fällen (beliebige Wärmebelastung, mit der Zeit veränderliche Aussentemperaturen, zeitabhängiger Oberflächenaustausch) anwendbar sind.

S. SULER, R. GERTLER: Der veränderliche Feuchtigkeitsgehalt von Zuschlagstoffen

Im Artikel werden vorgeführt die Untersuchungen die durchgeführt wurden im Forschungsinstitut für Bauwesen und Bauwirtschaft (INCERC) hinsichtlich eines einwandfreien Betriebs der Betonmischanlagen. Der veränderliche Feuchtigkeitsgehalt der Zuschlagstoffe sollte stets bekannt sein einerseits um bestimmte Feuchtigkeitsschranken besonders im Winter nicht zu überschreiten und andererseits um die vorgeschriebenen Wassergehaltsziffen einzuhalten.

Folgende für die Zukunft gültige Schlussfolgerungen ergaben sich aus der Untersuchung: keine Winterversorgung von Zuschlagstoffen, homogener Feuchtigkeitsgehalt der gesamten Zuschlagstoffmasse, Schutz des Haufens (nur für feinkörnige Gattungen) für einen beschränkten Zeitabschnitt unmittelbar vor der Nutzung der Zuschlagstoffe.

In den Zeitabschnitten gleich nach schlechtem Wetter sollte man bei den feinkörnigen Gattungen eine wirksame Kontrolle sichern da letztere das Erhalten von Betonnmassen konstanter Güte gewährleistet.

D. GRIGORIU, G. SĂNDULESCU: Einiges zur Vorfertigung von einstöckigen Industriebauten in Italien

Ausführung von einstöckigen Industriebauten aus Fertigteilen gestaltet war eine der Fragen die beide Autoren besonders interessiert verfolgt haben während ihrer Studienreise in Italien.

Im Artikel werden in kurzem vorgeführt Gestaltung, Baustoffe, technologische Entwicklungsmöglichkeiten, bauliche Lösungen u.a.m.

СОДЕРЖАНИЕ

Д. МЭРЭЧИНЕ: Сборные цехи с несущими пустотелыми предварительно напряжёнными балками для промышленных зданий с климатизацией (проектирование)

В статье представлено собственное решение несущей схемы, при которой главные балки здания пустотелые и их внутренний проём используется для циркуляции кондиционированного воздуха.
Затем описано такое решение, применённое при реконструкции предприятия ,,Цэсэтура'' — в Яссах.

А. МИХУЛ: Сборные цехи с несущими пустотелыми предварительно напряжёнными балками для промышленных зданий с климатизацией (экспериментальные исследования)

С целью познания технологических характеристик изготовления пустотелых балок и их поведения под воздействием гравитационных и горизонтальных наггрузок, экспериментальной базой Строительного факультета Политехнического Института в Яссах, в сотрудничестве с филиалом Научно-исследовательского Института по Строительству и Экономике Строительства, были поставлены экспериментальные исследования, результаты которых приведены в статье, на моделях, а затем на двух пробных балках в натурных размерах.

В. ДАСКЭЛУ: Сборные цехи с несущими пустотелыми предварительно напряжёнными балками для промышленных зданий с климатизацией (Производство /работ)

Решение несущей схемы и проект безоконного цеха для новой Нитеизготовительной фабрики в Яссах разрешили исполнителю работ научно организовать стройплощадку.
В статье представлены как принципы заложенные в основу организации производства работ и выбора технологического потока, так и способ, при помощи которого эти принципы применялись.

И. АУРИАН, И. ДЖУРЯ Аспекты составления координирующих графиков при помощи методов анализа критического пути

В статье охвачены характерные аспекты, связанные: с обозначением работ в координирующем графике, со сшиванием и сжатием сетевых координирующих графиков, а также с их пересчётом.
Акцент поставлен на составление сетевых графиков при помощи метода потенциалов, который в данный момент наименее распространён.

Ш. МИХАЙЛЕСКУ и И. БРЭДЕСКУ: Экскаватор с телескопической стрелой в строительной промышленности

В последнее время, в различных странах, находят широкое применение одноковшовые экскаваторы с телескопической стрелой на гидравлическом приводе.
В статье обширно описана такая машина, способ её работы и области использования.

АЛ. ДАВИДЕСКУ и В. ЗБЫРЧА: Теплоустойчивость зданий и сотружений с помещениями, имеющими заданный режим обогревания (в зимнее время)

В данной статье авторы пытаются определить теплоустойчивость зданий и сооружений с целью улучшения условий использования обогреваемых помещений.
После краткого введения, в котором говориться о применении коэффициента теплоустойчивости, излагается собственный, полный медтод — с применением общих законов теплопередачи — определения значе-

ния температур на стене и внутри помещения, которые входят в состав коэффициента устойчивости, исходя из выбора режима отопления вменяемого экономическими условиями комплексного использования тепла, в особенности, при теплофикации.

Выбранное решение, а именно интегрирование выражения теплового баланса при помощи конечных дифференциалов, дало возможность относительно легко решить задачу.

Упрощение, допущенное в выражении теплового баланса упущением термина, представляющего обогревание воздуха, которое дало возможость непосредственного интегрирования, перейдя к балансу потоков было обосновано многочисленными опытами, поставленными в конкретных случаях, которые выявили хорошее совпадение (± 2,5 %) результатов теоретических расчётов с результатами замеров, сделанных при помощи теплопар и термометров с излучающими экранами.

Следует отметить, что способ решения поставленных проблем является абсолютно общим, так как результаты, применяемы во всех случаях (при любых тепловых заданиях и при изменчивых во времени температурных внешних условиях и поверхностного обмена).

С. ШУЛЕР, Р. ГЕРТЛЕР: Изменение влажности в массах агрегатов

В статье представлены результаты исследований проведенных Научно-Исследовательским Институтом по Строительству и Экономике Строительства (ИНЧЕРК) в связи с доброкачественной работой бетонных станций. Изменение влажности масс агрегатов необходимо знать с тем, чтобы иметь возможность выдерживать в них низкую влажность в зимнее время и дозировку воды, необходимой согласно рецептам.

Полученные заключения указывают на то, что в будущем следует: избегать доставку агрегатов в зимнее время, обеспечивать равномерное распростратенение влаги в массе агрегатов и защищать штабели агрегатов (только мелкозернистых фракций), в течение ограниченного времени, перед использованием последних.

Также в следующие периоды, непосредственно после плохой погоды, нужно будет-над мелкозернистыми фракциями-обеспечить действенный контроль с тем, чтобы соблюдать постоянство марок выпускаемого бетона.

Д. ГРИГОРИУ, Г. СЭНДУЛЕСКУ: Некоторые аспекты сборных одноэтажных промышленных зданий в Италии

В рамках документационного визита, который авторы сделали в Италии, одним из аспектов, которому было уделено особое внимание, являлся способ возведения одноэтажных сборных промышленных зданий.

В статье, вкратце, изложены различные аспекты связанные с встреченными решениями, материалами, технологическими возможностями и т.п.

Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcţii industriale climatizate

I. Proiectarea

Ing. Dan Mărăcine
I.P.I.U.

I. PROBLEMA STRUCTURILOR TEHNOLOGICE LA HALELE INDUSTRIALE CU CONDIŢII DE CLIMATIZARE

În evoluţia sistemelor constructive necesare dezvoltării diverselor ramuri industriale au existat totdeauna condiţionări reciproce între structura construcţiei, instalaţiile aferente, tehnologia şi utilajele procesului de fabricaţie. Acestea s-au manifestat cu atît mai pregnant, cu cît calitatea produselor şi randamentul muncitorilor au fost mai puternic influenţate de diverşi factori fizico-climatici. Industria textilă oferă unul din exemplele cele mai caracteristice în care acest fenomen se contureazăa accentuat. Încă de la apariţia ei sub forma diverselor ateliere s-a putut observa o anumită orientare a clădirilor, limitarea în plan a suprafeţelor construite, tendinţa către forme dreptunghiulare înguste, execuţia de ferestre mari pe contur etc., în scopul obţinerii unei bune iluminări naturale. Este cunoscut faptul că lumina are rol determinant în procesele de fabricaţie cu caracter de fineţe, cum este cazul celui pentru producerea de fire şi ţesături textile. Calitatea acestor produse este direct influenţată de gradul de subţirime a firului, de colorit şi de diverse operaţii de finisare. Pe măsura sporirii cerinţelor pentru produsele textile, vechile ateliere au devenit insuficiente şi totodată incomode pentru capacităţi de producţie mărită, ceea ce a necesitat o soluţionare constructivă nouă, care să permită dezvoltarea construcţiei pe suprafeţe mari, cu posibilităţi de iluminare naturală prin acoperiş.

Întrucît această iluminare trebuie să fie şi uniformă, după încercări de soluţii cu luminătoare obişnuite pe acoperişul clădirii, s-a născut soluţia constructivă tip şed. Orientarea luminatoarelor spre nord a permis uniformizarea luminii la nivelul pardoselii, în condiţii superioare soluţiilor anterioare. Din aceste motive, acest tip de construcţie a devenit soluţia de bază pentru industria textilă timp de peste jumătate de secol, chiar şi în ţările puternic dezvoltate în acest sector industrial.

La început s-au construit şedurile din lemn sau metal, urmate de cele de beton armat cu plăci drepte susţinute pe grinzi, apoi, o dată cu progresul tehnicii construcţiilor, şi-au făcut apariţia şedurile de beton armat cu plăci curbe autoportante, care au permis şi mărirea deschiderilor. Funcţional, luminătoarele şedului formează porţiuni mari vitrate ale acoperişului, care măresc pierderile de căldură şi le neuniformizează. Intensitatea luminoasă în interiorul halei este sensibil influenţată de variaţia luminozităţii exterioare, în raport cu anotimpul şi cu orele zilei şi de depunerile de scamă şi praf din interior şi din exterior, pe mari zone ale suprafeţei luminătoarelor.

Din punct de vedere static, pe lîngă unele avantaje datorite efectului de lucru al pînzelor autoportante, conformarea structurii prezintă şi inconveniente legate de solicitările orizontale, care se nasc în sistem datorită alcătuirii cadrelor, solicitări ce trebuie echilibrate în deschiderile intermediare şi preluate de stîlpi puternici la capetele construcţiei. Mărirea traveei în direcţia şedului nu poate depăşi 7—8 m decît cu dificultăţi constructive mari.

Este de reţinut faptul că structura şedului prezintă mari dificultăţi în soluţionarea cu prefabricate din beton armat. Se cunosc, atît la noi, cît şi în străinătate, soluţii mai mult sau mai puţin reuşite pentru prefabricarea acestei structuri. Lipsa de avantaje a acestor soluţii a fost confirmată de faptul că primelor realizări nu le-a urmat o aplicare generalizată.

În această situaţie, execuţia halelor cu şeduri a continuat să rămînă foarte dificilă în sistemul monolit, cu posibilităţi reduse de industrializare. Soluţia din ultima vreme, de turnare a şedurilor pe cofraje mobile, realiza în mare măsură reducerea consumului de material lemnos. Ea rămîne însă foarte deficitară în privinţa timpului necesar pentru realizarea construcţiei. Cu toate acestea, structura în şed s-a menţinut o lungă perioadă de timp pentru acoperirea halelor textile, devenind o soluţie „clasică'', numai pe considerente legate de obţinerea unei iluminări naturale mai bune. Se demonstrează astfel că lumina naturală a condiţionat multă vreme structura acestor construcţii. Cu timpul însă, perfecţionarea procesului tehnologic a creat noi condiţionări în alcătuirea construcţiei. Umiditatea şi temperatura mediului de lucru au efecte deosebit de importante în fabricaţia firelor, a ţesăturilor şi a produselor finite textile, ceea ce a făcut, cu timpul, ca în această industrie climatizarea să devină indispensabilă.

Distribuţia aerului condiţionat în interiorul halelor s-a făcut multă vreme în mod obişnuit, prin tuburi de tablă racordate la uzinele de producere a aerului umidificat şi tratat termic. La halele în şed, această tubulatură a fost plasată de obicei în zonele de dedesubtul fiecării dolii, cum este cazul, de exemplu, la filatura executată în 1949 la Iaşi la întreprinderea „Ţesătura'' Iaşi.

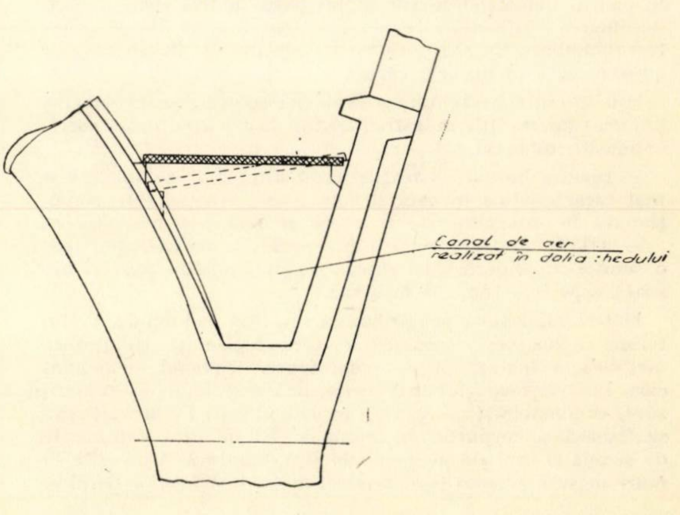
Pe măsură ce debitele de aer s-au mărit foarte mult, tubulatura metalică din interiorul halei a devenit o soluţie dificil de întreţinut şi cu aspect neplăcut, ceea ce a dus la căutarea altor rezolvări.

La construcţia tip şed s-a găsit soluţia plasării canalelor pentru transportul aerului condiţionat în dolia acestuia (la exterior), ceea ce a determinat înălţarea grinzii de sub luminator şi acoperirea golului format cu nişte plăcuţe prefabricate pentru alcătuirea canalului de aer.

Plasarea canalelor de aer în dolia şedului constituia însă o soluţie forţată pentru rezolvarea instalaţiei de climatizare, întrucît secţiunea redusă a acestor canale, cu o formă nepotrivită din punct de vedere aerodinamic, dictată de conformarea structurii în zona respectivă, ducea la o circulaţie dificilă a aerului condiţionat.

Această rezolvare a constituit de fapt „şedul cu grindă canal'', structură care a fost folosită la noi aproape în exclusi-

Fig. 1. Secţiune prin canalul de aer la şed



vitate, în ultimele două cincinale, pentru construirea unor importante unităţi textile: filaturi şi ţesătorii.

În această soluţie sînt realizate halele de fabricaţie la: Uzinele textile Moldova-Botoşani, Filatura Românească de Bumbac, Bumbăcăria Jilava, Firul Roşu — Tălmaciu, Filatura de la I.T. Piteşti, Filatura Olga Bancic — Pucioasa etc.

Pe măsura dezvoltării energiei electrice şi a perfecţionării sistemului de iluminare artificială prin lămpi cu neon, halele iluminate natural au început să fie înlocuite cu hale blindate (fără luminătoare), cu iluminare artificială şi instalaţie de climatizare.

În industria textilă, utilizarea halelor blindate a căpătat în ultimii ani o largă dezvoltare, îndeosebi în străinătate, datorită în primul rînd avantajelor tehnologice şi funcţionale.

La acestea, iluminarea artificială, uniform repartizată în planul plafonului, asigură o intensitate luminoasă uniformă, controlată şi constantă, neinfluenţată de variaţia luminozităţii exterioare.

Microclimatul din interiorul halei poate fi riguros controlat şi reglat în funcţie de cerinţele diverselor tipuri de maşini, asigurîndu-se fluctuaţii cît mai mici în timp ale temperaturii şi umidităţii aerului, ceea ce creează posibilitatea atingerii unor parametri superiori în procesul de producţie.

Ca urmare, procesul de producţie este influenţat favorabil, calitatea şi cantitatea produselor cresc. În unele reviste străine de specialitate sînt menţionate cifre de ordinul a 5—10% privind creşterea producţiei în cazul halelor blindate, cifre care uneori sînt chiar mai mari. Costurile de exploatare se reduc prin eliminarea operaţiilor de întreţinere a construcţiei şi prin funcţionarea economicoasă a instalaţiilor de condiţionare.

Utilizarea halelor blindate prezintă importante avantaje şi din punct de vedere constructiv-economic.

Se simplifică mult construcţia, ceea ce duce la posibilităţi sporite de industrializare şi deci la o execuţie rapidă. Permite adoptarea unei reţele de stîlpi mai elastice. Această reţea are la interior un număr redus de stîlpi, ceea ce creează posibilitatea unei mai bune folosiri a spaţiului şi a unui amplasament economicos al utilajului tehnologic. În datele prezentate la ,,Simpozionul I.P.I.U. privind halele industriale fără lumină naturală'' din 7 octombrie 1966, se arată că pe această cale s-au obţinut reduceri de cca 8% la suprafaţa construită.

Se elimină orientarea obligatorie a halelor în şed în direcţia nord-sud, pentru a orienta luminătoarele spre nord, în scopul obţinerii unei lumini mai difuze şi uniforme, ceea ce face ca în cadrul zonelor industriale, terenurile să fie mai raţional utilizate, să fie reduse şi cu lucrări de utilitate generală mai puţin costisitoare.

Hidrotermoizolaţiile acoperişului sînt mai simple datorită pantelor reduse şi formelor plane ale acestora.

Se elimină luminătoarele construcţiei, ceea ce reduce costul lucrărilor. Totodată, prin dispariţia lor, scad pierderile suplimentare de aer, ceea ce reduce şi costul instalaţiilor de climatizare şi cel cerut de funcţionarea acestora.

Privind costul instalaţiei de iluminare, care, la prima vedere, pare că în cazul halelor blindate ar fi mai ridicat decît în cel al halelor iluminate natural, se menţionează că în cadrul industriei textile se lucrează în trei schimburi şi iluminarea artificială este necesară pentru două dintre aceste trei schimburi. Ca atare, costul instalaţiilor de iluminare este practic egal în ambele cazuri.

Din succinta prezentare a evoluţiei soluţiilor constructive pentru construcţiile industriei textile se desprind următoarele concluzii importante:

— ramura industriei textile oferă unul din exemplele cele mai caracteristice în care structura construcţiei este condiţionată în întregime de funcţiile şi cerinţele tehnologice;

— hala blindată reprezintă în prezent, în această industrie, o soluţie superioară celei clasice —,,structura în şed'' — sub toate aspectele tehnicii moderne.

Halele blindate se pot realiza cu sau fără pod tehnic. Podul tehnic adăposteşte conductele tehnologice şi tubulatura metalică a instalaţiei de climatizare. Tavanul suspendat care limitează spaţiul util maschează instalaţia de climatizare, conductele şi creează un aspect plăcut. Pe acest tavan se fixează şi corpurile de iluminat. El înlătură depunerile de scamă şi praf de pe conducte şi tubulatură şi permite în mare măsură accesul pentru întreţinerea instalaţiilor tehnice.

În categoria halelor fără pod tehnic sînt cunoscute mai multe soluţii, printre care soluţia amplasării pe acoperiş a unor aparate individuale de climatizare, care insuflă aer condiţionat în diferite puncte ale halei, şi soluţia firmei Gherzi din Elveţia.

Această firmă trimite aerul condiţionat din fiecare uzină direct într-un canal realizat de obicei din beton armat monolit şi care îndeplineşte şi rolul de grindă principală a structurii.

Aceste canale, care sînt alimentate pe la capete direct din uzină, refulează pe parcurs aerul în hală şi în aceste condiţii pot fi extinse pe lungimi limitate, ceea ce face ca halele respective să nu depăşească în lăţime 80—100 m. Din datele pe care le cunoaştem, această soluţie a fost aplicată la hale pînă la 10 000 m².

Din punct de vedere constructiv, structurile halelor blindate au fost realizate, atît din oţel, cît şi din beton armat.

Într-o descriere sumară, acesta era stadiul construcţiilor din industria textilă la întocmirea de către I.P.I.U. a proiectului pentru dotarea întreprinderii ,,Ţesătura'' Iaşi cu o nouă filatură.

Totodată, perspectivele de mari proporţii de dezvoltare a industriei textile în cincinalul 1966—1970, cu filaturi, ţesătorii şi hale de finisaj cu o suprafaţă total construită de peste 300 000 m², impunea găsirea unor soluţionări constructive noi, care să corespundă cerinţelor moderne de industrializarea construcţiilor.

Pentru acest mare volum de lucrări, soluţia clasică anterioară, ,,şedul monolit'' turnat pe cofraje mobile, nu mai putea face faţă ritmului cerut în construcţii.

În aceste condiţii, după ce s-au încercat şi alte soluţii constructive, s-a introdus în proiectul de ansamblu pentru noua filatură de la Iaşi o soluţie de structură nouă, cu caracter de originalitate, în care grinzile principale ale construcţiei, alcătuite într-o interesantă soluţie de prefabricare industrială, formează la interior un gol ce se foloseşte pentru circulaţia aerului condiţionat.

Originalitatea soluţiei constă în concepţia de realizare a grinzilor-canal într-o soluţie de prefabricare industrială cu elemente de mare serie, din tronsoane uşor manipulabile (piese pînă la 5 tone), fără dificultăţi de transport şi uşor asamblabile pe şantier, prin procedeul precomprimării *.

Totodată, soluţia diferă de cele anterioare şi din punct de vedere funcţional, prin aceea că grinzile-canal amintite formează numai canalele secundare pentru transportul şi refularea aerului. Alimentarea acestora se face prin intermediul unor magistrale de aer situate, fie pe acoperişul halei, fie intermediar şi care au numai rolul de transport. În acest mod se pot executa hale mult mai mari: 40 000 — 50 000 m², iar distribuţia aerului în hală este mai uniformă, reţeaua de canale de refulare fiind mai densă.

O soluţie prefabricată cu posibilităţi de aplicare la noi ar fi fost şi utilizarea structurii cu ferme de beton prefabricat pentru realizarea unei hale cu pod tehnic. În acest caz este necesar să se execute un tavan uşor suspendat de tălpile inferioare ale fermelor şi să se creeze în acest mod un pod tehnic general în care să se amplaseze tubulatura instalaţiei de climatizare şi estacadele de circulaţie pentru întreţinere şi schimbarea lămpilor.

Rezolvarea podului tehnic în condiţiile unor ferme curente de beton armat sau beton precomprimat, la care spaţiul disponibil între zăbrele este redus, implică însă mari dificultăţi legate de reţeaua de tuburi de tablă de dimensiuni mari, care trebuie să se întretaie cu cea a estacadelor de circulaţie. Toate acestea fac ca circulaţia în podul tehnic să devină foarte anevoioasă.

Faţă de această soluţie, soluţia cu grinzi-canal portante prezintă avantajul că nu necesită un pod tehnic general, canalele de ventilaţie realizîndu-se prin însăşi conformarea structurii, eliminîndu-se canalele de tablă.

a) Descrierea soluţiei

În linii mari, structura este alcătuită din patru tipuri de elemente, şi anume:

— stîlpi prefabricaţi cu secţiune variabilă, mai mare la partea superioară, pentru a permite rezemarea grinzilor tubulare;

---

* Concepţia de realizare a grinzii-canal a fost caracterizată invenţie şi face obiectul brevetului român nr. 45.087.

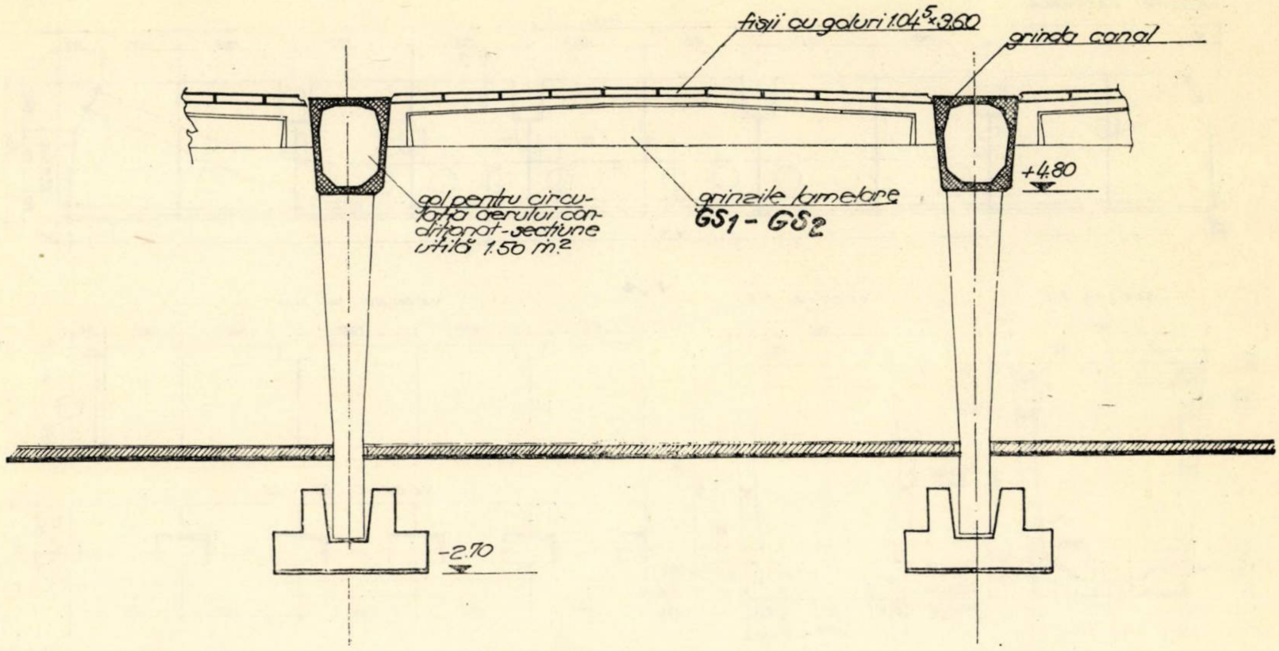

fişii cu goluri 1.04⁵×3.60
grinda canal
gol pentru circulaţia aerului condiţionat-secţiune utilă 1.50 m²
grinzile lamelare GS1 - GS2
+4.80
-2.70

Fig. 2. Secţiune transversală a sistemului

— grinzi principale de formă tubulară de 15,00—18,00 m deschidere, cu secţiunea utilă (golul interior) de 1,50 m², alcătuite din panouri prefabricate industrial şi asamblate prin precomprimare pe şantier;

— grinzi secundare de formă lamelară pe deschiderea de 12 m, montate pe grinzile principale;

— fîşii cu goluri de acoperiş tipizate.

Deschiderea de 15,00 m de la prima lucrare — filatura nouă de la Iaşi — a fost determinată de motive tehnologice, datorită unei situaţii speciale. Dimensionarea ei a avut însă în vedere trecerea la deschiderea de 18,00 m, cu aceleaşi secţiuni ale elementelor, prin utilizarea unui beton de marcă superioară şi sporirea armăturii pretensionate.

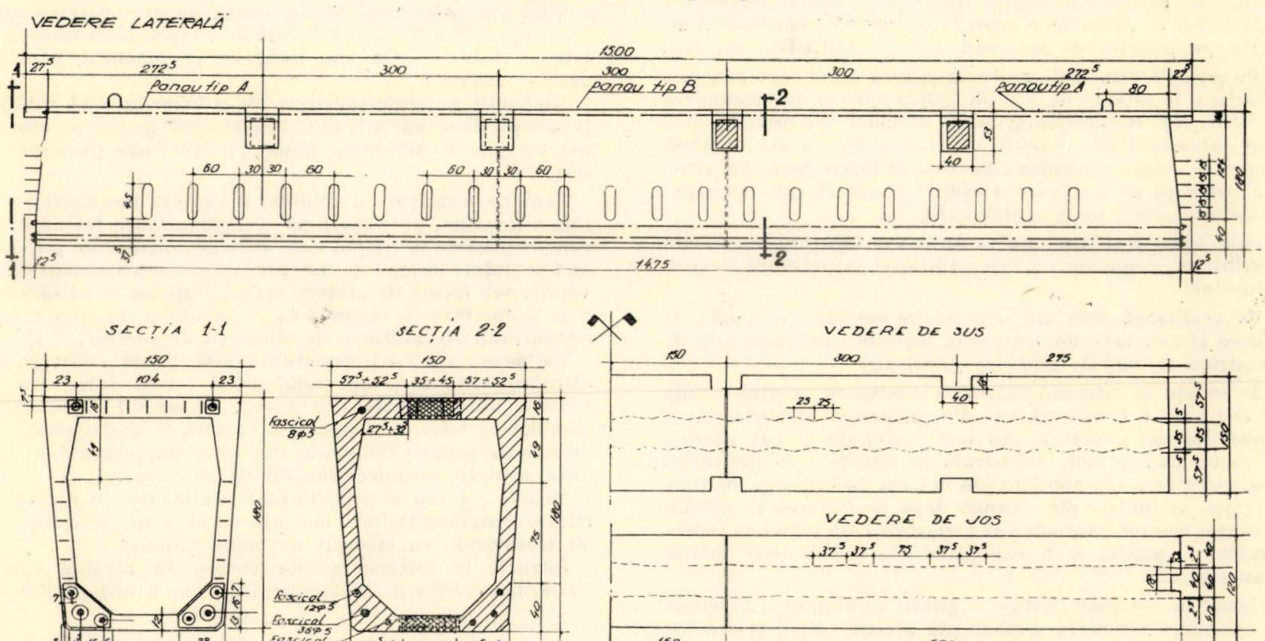
Stîlpii halei au o conformare specială, în formă de obelisc cu secţiunea mărită la partea superioară. Această formă este necesară rezemării grinzii tubulare, evitîndu-se modul de rezolvare obişnuit cu capitel la partea superioară, care în cazul de faţă ar duce la o rezolvare greoaie şi un aspect neplăcut.

Elementul principal al structurii, grinda-canal, a fost proiectat iniţial pentru experimentare în două variante: prototipul I (fig. 3) şi prototipul II (fig. 4).

Diferenţa esenţială dintre cele două prototipuri de grinzi constă în următoarele:

Elementele care alcătuiesc grinda prototip I sînt concepute a fi executate sub formă de chesoane deschise (6 buc.), ceea ce impune la asamblare realizarea a două rosturi longi-

Fig. 3. Grinda-canal prototip I


VEDERE LATERALĂ
1500
27⁵
272⁵
300
300
300
272⁵
27⁵
Panou tip A
panou tip B
panou tip A
80
2
53
40
60
30
30
60
60
30
30
60
45
1475
12⁵
12⁵
180
40
SECŢIA 1-1
150
23
104
23
120
38
16
SECŢIA 2-2
150
57⁵÷52⁵
35÷45
57÷52⁵
fascicol 8φ5
fascicol 12φ5
fascicol 36φ5
fascicol 12φ5
37⁵÷40
40÷45
37⁵÷40
120
180
VEDERE DE SUS
150
300
275
25
25
40
VEDERE DE JOS
37⁵
37⁵
75
37⁵
37⁵
150
590

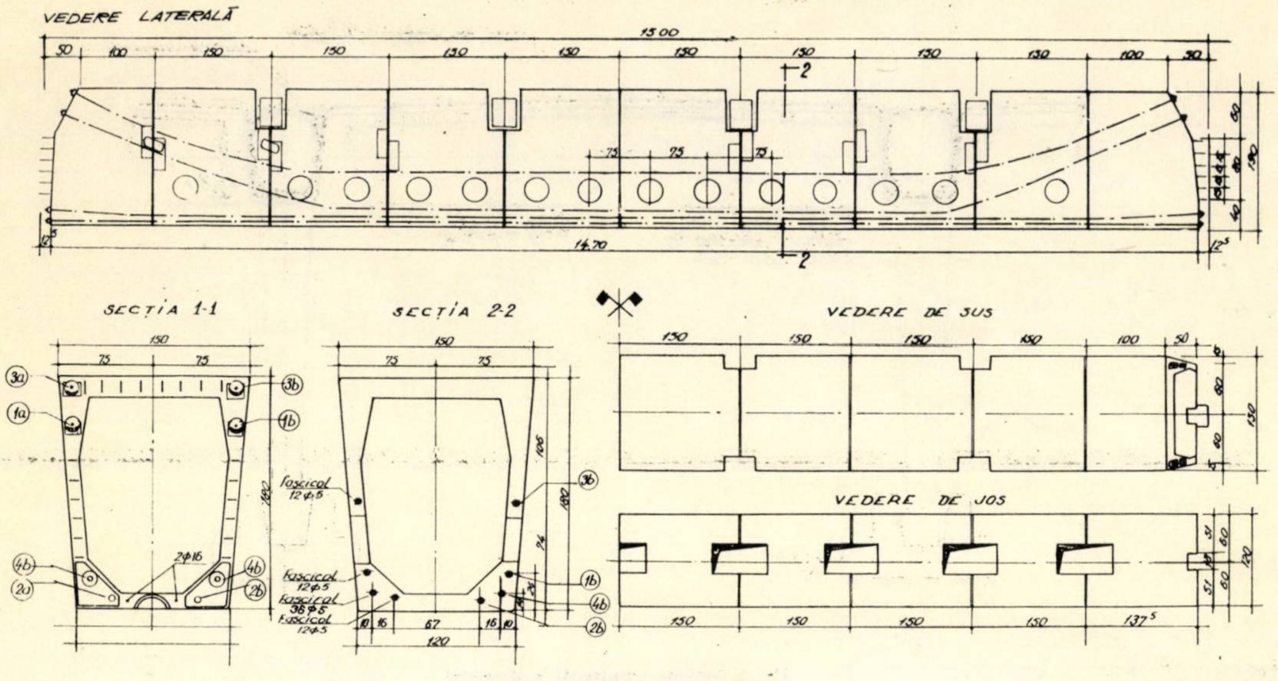


Fig. 4. Grinda-canal prototip II

tudinale continue de monolitizare, şi a două rosturi transversale, care se execută prin matare, în timp ce elementele care alcătuiesc grinda prototip II sînt concepute a fi realizate sub formă de bolţari tubulari (10 buc.), ceea ce impune la asamblare executarea a nouă rosturi transversale.

Grinda prototip I este armată numai cu cabluri rectilinii, eforturile principale de întindere din zonele de forţă tăietoare maxime dinspre reazeme fiind preluate de armătura de oţel OL 38, dispusă sub formă de etrieri şi bare orizontale, în timp ce la grinda prototip II, la care intervin rosturi transversale apropiate de reazem (din cauza împărţirii în 10 bolţari tubulari), a devenit necesară poziţionarea a patru cabluri ridicate pentru reducerea eforturilor de întindere.

La avizarea proiectului la C.S.C.A.S. s-a hotărît ca cele două soluţii de proiect ale grinzii tubulare să fie realizate experimental ca prototipuri de către M.I.C. prin Intreprinderea de construcţii-montaj nr. 4 Iaşi, experimentîndu-se tehnologia de execuţie, şi apoi să se facă încercările de rezistenţă pe standul de încercări I.P.I. — INCERC din Iaşi.

Pe grinzile principale reazemă grinzile secundare în formă lamelară, la interax de 3,60 m (iniţial 3,00 m, la deschiderea de 15,00 m). Rezemarea grinzilor secundare pe grinzile-canal este concepută într-o soluţionare specială, cu cioc Gerber, pentru a reduce înălţimea constructivă foarte mare din sistemul obişnuit de rezolvare a acestor rezemări, prin suprapunerea unei piese peste cealaltă (fig. 5).

Prin această soluţionare se asigură o legătură superioară a grinzilor secundare cu cele principale la acţiunea forţelor orizontale.

Se realizează totodată o rezemare corectă din punct de vedere static, care nu transmite momente încovoietoare de încastrare în inimile grinzilor principale.

Se scoate în evidenţă faptul că rezolvarea acestui detaliu de rezemare a constituit una din problemele importante ale proiectului de structură. Au fost concepute şi alte sisteme de rezemare: console încastrate în inimile grinzilor-canal, rezemarea prin suprapunere sau în lăcaş cu întreaga înălţime a grinzii secundare etc. Numai după proiectarea în detaliu a tuturor acestor soluţionări şi compararea din punct de vedere funcţional, plastic şi al rezistenţei, s-a putut alege soluţia avantajoasă.

Ciocul în sistemul Gerber al grinzii secundare a necesitat de asemenea studierea amănunţită a conformării şi armării lui corespunzătoare modului de lucru în condiţiile cerute de proiect.

b) Aspecte speciale de rezistenţă*

Structura construcţiei este concepută, calculată şi dimensionată în vederea asigurării unei bune comportări în timp, atît la sarcinile verticale gravitaţionale provenite din încărcările permanente şi cele accidentale din zăpadă, cît şi la sarcinile orizontale provenite din temperatură şi acţiunea seismică.

În schema statică adoptată, stîlpii sînt consideraţi încastraţi în fundaţie şi articulaţi sus, la legătura cu grinzile principale.

Calculul la temperatură a fost întocmit corespunzător unei diferenţe de temperatură de 15°, cu rosturi de dilataţie plasate la 72,00 m, iar la solicitări seismice, corespunzător, la Iaşi, gradului 7 de intensitate seismică. Ulterior, în faza de tipizare a proiectului s-a întocmit calculul şi pentru gradul 8 de seismicitate. Diferenţa de temperatură de 15° a fost considerată suficientă, ţinînd seamă de posibilitatea simultaneităţii solicitărilor, eforturile de temperatură fiind cumulate în calcul cu cele din încărcări permanente, zăpadă şi acţiune seismică.

Secţiunile puternic solicitate ale stîlpilor au fost verificate la compresiune excentrică oblică, alegînd ipotezele cele mai defavorabile de acţionare, după cele două axe principale ale secţiunii.

Zona de încastrare a stîlpului şi cea din imediata vecinătate a acestuia, pe o înălţime corespunzătoare formării articulaţiei plastice în timpul unor solicitări orizontale puternice, au fost tratate în mod special, prevăzîndu-se o armătură transversală sub formă de grătare sudate, care au rolul să contribuie la ductilizarea secţiunii de beton armat, ceea ce măreşte considerabil posibilitatea de absorbţie de energie.

Tot pe această zonă, armătura longitudinală a fost grupată către colţurile secţiunii, solidarizînd barele între ele prin sudarea unor cupoane de ţeavă, în scopul îmbunătăţirii modului de lucru la flambaj al barelor de oţel comprimate, în situaţia cedării betonului din zona comprimată în cazul unor solicitări seismice deosebit de puternice.

Modul de lucru al grinzii-canal este identic în ambele variante, adică longitudinal lucrează ca element precomprimat, iar transversal ca element de beton armat.

Întrucît la interior grinda trebuie să rămînă complet liberă din motive de funcţionabilitate, nu a fost posibil să se

---

* La elaborarea proiectului de rezistenţă a participat în calitate de consilier şi inginerul Emilian Ţiţaru

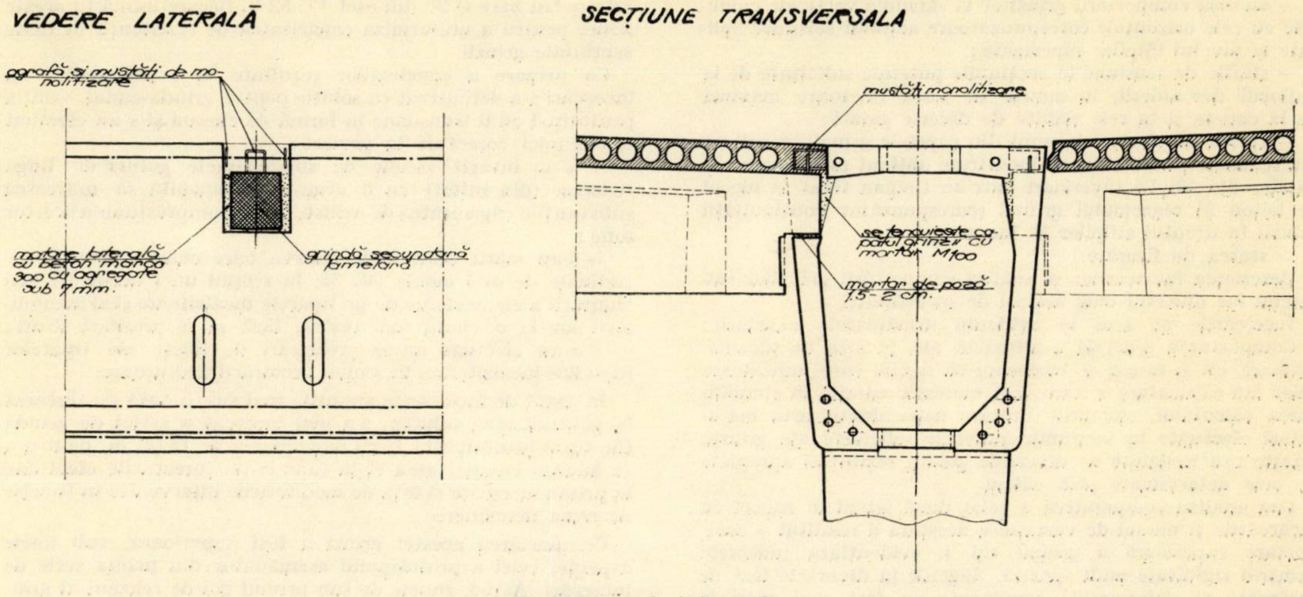

VEDERE LATERALĂ
agrafă și mustăți de monolitizare
mortare laterală cu beton marca 300 cu agregate sub 7 mm.
grindă secundară lamelară
SECȚIUNE TRANSVERSALA
mustăți monolitizare
se tencuiește capatul grinzii cu mortar M100
mortar de poză 1.5-2 cm.

Fig. 5. Reazemul grinzii secundare

introducă diafragme transversale care să asigure indeformabilitatea conturului secțiunilor transversale, ceea ce a făcut ca rigiditatea tubulară a grinzii la torsiune să fie diminuată. De aceea, în cazul încărcărilor nesimetrice care pot interveni la montaj sau al unor depuneri neuniforme de zăpadă, s-a considerat că fiecare inimă lucrează independent. În această schemă simplificată, cele două tălpi lucrează cu un efect de antretoază pentru asigurarea conlucrării celor două inimi.

Din punct de vedere static, s-a considerat că grinda lucrează în construcție ,,simplu rezemat''. Armătura dispusă în tălpi și inimi pentru monolitizarea pe capătul stîlpului are numai rolul limitat de legătură a nodului. În acest mod nu s-a ținut seamă de continuitatea ce se realizează, practic, în dreptul stîlpilor prin petrecerea și monolitizarea barelor de oțel din tălpile superioare a două grinzi vecine, întrucît secțiunea acestei armături este foarte redusă în raport cu cea din deschidere și intră repede în curgere.

Din cauza rigidității mari a grinzii, fisurarea zonei de continuitate este redusă, practic inexistentă.

Calculul a fost întocmit, atît prin metoda clasică a ,,rezistențelor admisibile'', cît și prin metoda ,,stărilor limită'', acesta din urmă rămînînd cel definitiv. În ambele metode a trebuit să se țină seamă de prezența numeroaselor goluri din inimă și din tălpi, necesitate, pe de o parte, de cerințele instalației de climatizare, iar pe de altă parte, de rezemarea cît mai simplă a grinzilor pană. S-a urmărit ca mărimea și dispoziția acestor goluri să nu modifice modul general de lucru al grinzii, mărginindu-le influența la perturbări cu caracter local și limitat.

Verificările la diversele stări limită de rezistență și deformație au fost făcute în conformitate cu prevederile din normativul P 8—62, efectuîndu-se calculele, atît în secțiunile pline, cît și în cele slăbite de diversele goluri. S-a acordat o atenție deosebită zonelor de forță tăietoare sporite dinspre reazeme, armîndu-se inimile cu armătură de oțel moale OL 38, dispusă sub formă de etrieri, determinată de calculul la starea limită de rezistență în secțiuni înclinate. În acest calcul nu s-a ținut seamă de aportul zonei comprimate de beton, datorită slăbirilor produse de golurile pentru rezemarea grinzilor secundare.

Zonele de beton dintre fantele de ventilație au fost armate ținînd seamă de efectul de lunecare, calculul fiind condus în mod asemănător celui de la grinzile cu pene.

Zonele de capăt ale grinzilor principale au fost calculate și armate transversal, corespunzător efectului de despicare produs de forța de precomprimare, iar cele din spatele plăcilor de repartiție, unde concentrarea eforturilor la precoprimare este foarte puternică, au fost întărite cu frete de oțel-beton, corespunzător stării de eforturi din aceste zone.

În figura 6 se prezintă schematic dispoziția armăturii elastice de oțel OL 38 a elementului de capăt al grinzii, care este elementul caracteristic pentru principalele aspecte de rezistență descrise mai sus.

Grinzile principale în cele două soluții au fost executate experimental ca prototipuri de către Intreprinderea de construcții nr. 4 din Iași din cadrul M.I.C. și au fost supuse apoi la încercări pe standul I.P.I. — INCERC din Iași.

Prin temă s-a cerut ca studiul încercărilor să cuprindă următoarele aspecte mai importante :

— analiza comportării celor două tipuri de grindă la sarcini verticale în diverse faze, duse pînă la pierderea capacității portante ;

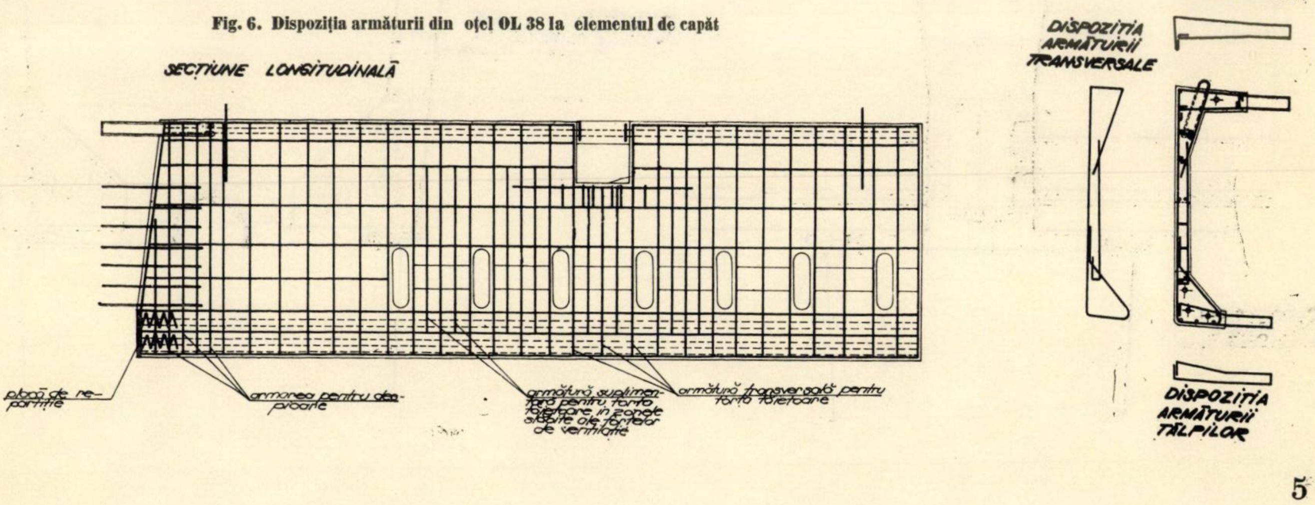

SECȚIUNE LONGITUDINALĂ
placă de repartiție
armarea pentru despicare
armătură suplimentară pentru forța tăietoare în zonele slăbite ale fantelor de ventilație
armătură transversală pentru forța tăietoare
SECȚIUNE TRANSVERSALĂ
DISPOZIȚIA ARMĂTURII TRANSVERSALE
DISPOZIȚIA ARMĂTURII TĂLPILOR

Fig. 6. Dispoziția armăturii din oțel OL 38 la elementul de capăt

— analiza comportării grinzilor la sarcinile verticale cumulate cu cele orizontale corespunzătoare acţiunii seismice aplicate la nivelul tălpilor superioare ;

— stările de tensiune în secţiunile puternic solicitate de la mijlocul deschiderii, în zonele de forţă tăietoare maximă de la capete şi în cele slăbite de diverse goluri ;

— starea de eforturi la unul din capetele grinzii, rezultată din realizarea unui efect de încastrare obţinut prin ancorarea barelor din tălpile superioare într-un timpan fixat la blocul de beton al reazemului grinzii (corespunzător continuităţii grinzii în dreptul stîlpilor în lucrare) ;

— starea de fisurare.

Descrierea încercărilor şi analiza comportării grinzilor sub sarcini fac obiectul unui articol de specialitate.

Încercările au scos în evidenţă următoarele concluzii :

Comportarea generală a grinzilor, atît în faza de precomprimare, cît şi în cea de încărcare cu sarcini corespunzătoare celor din exploatare a confirmat ipotezele admise în simplificarea calculului, eforturile unitare determinate prin măsurători efectuate în secţiunile puternic solicitate ale grinzii, slăbite sau neslăbite de diversele goluri, rezultînd apropiate de cele determinate prin calcul.

Din analiza comparativă a celor două grinzi în raport cu încărcările şi modul de variaţie a acestora a rezultat o comportare superioară a grinzii tip I, evidenţiată îndeosebi printr-o rigiditate mult sporită. Săgeţile în diversele faze de încărcare şi deformaţiile remanente au fost mai mari la grinda tip II.

Golurile-lăcaş ale grinzilor secundare au influenţat în mică măsură capacitatea portantă a grinzii, cu excepţia primului gol de lîngă reazem. În secţiunea de beton de sub acest gol s-a produs o concentrare puternică de eforturi principale de compresiune, care în drum spre reazem întîlnesc secţiunea redusă de beton dintre golul-lăcaş şi fanta de ventilaţie imediat vecină. Această zonă a cedat la încercare prin eforturi de compresiune. Cu toate că grinda tip I a avut un coeficient de siguranţă suficient de ridicat $C_r = 2{,}74$, s-a considerat totuşi indicat să se întărească această secţiune critică situată nu departe de reazem. Astfel, s-au introdus cîte patru bare Ø 20 din oţel PC 52 în fiecare inimă în aceste zone, pentru a uniformiza capacitatea de rezistenţă în toate secţiunile grinzii.

Ca urmare a concluziilor rezultate la experimentări şi încercări s-a definitivat ca soluţie pentru grinda-canal, soluţia prototip I cu 6 tronsoane în formă de cheson şi s-au efectuat unele mici corecturi la proiect :

— s-au întărit zonele de sub primele goluri de lîngă reazeme (din inimi) cu o armătură capabilă să mărească substanţial capacitatea de rezistenţă la compresiune a acestor zone ;

— s-au mărit diametrele cîtorva bare constructive longitudinale de oţel moale OL 38, în scopul unei decofrări mai timpurii a elementelor de pe tiparele încălzitoare şi al manipulării lor la o vîrstă mai tînără, fără să se producă fisuri ;

— s-au efectuat unele prelucrări de fineţe ale tiparelor metalice încălzitoare, în scopul decofrării mai uşoare.

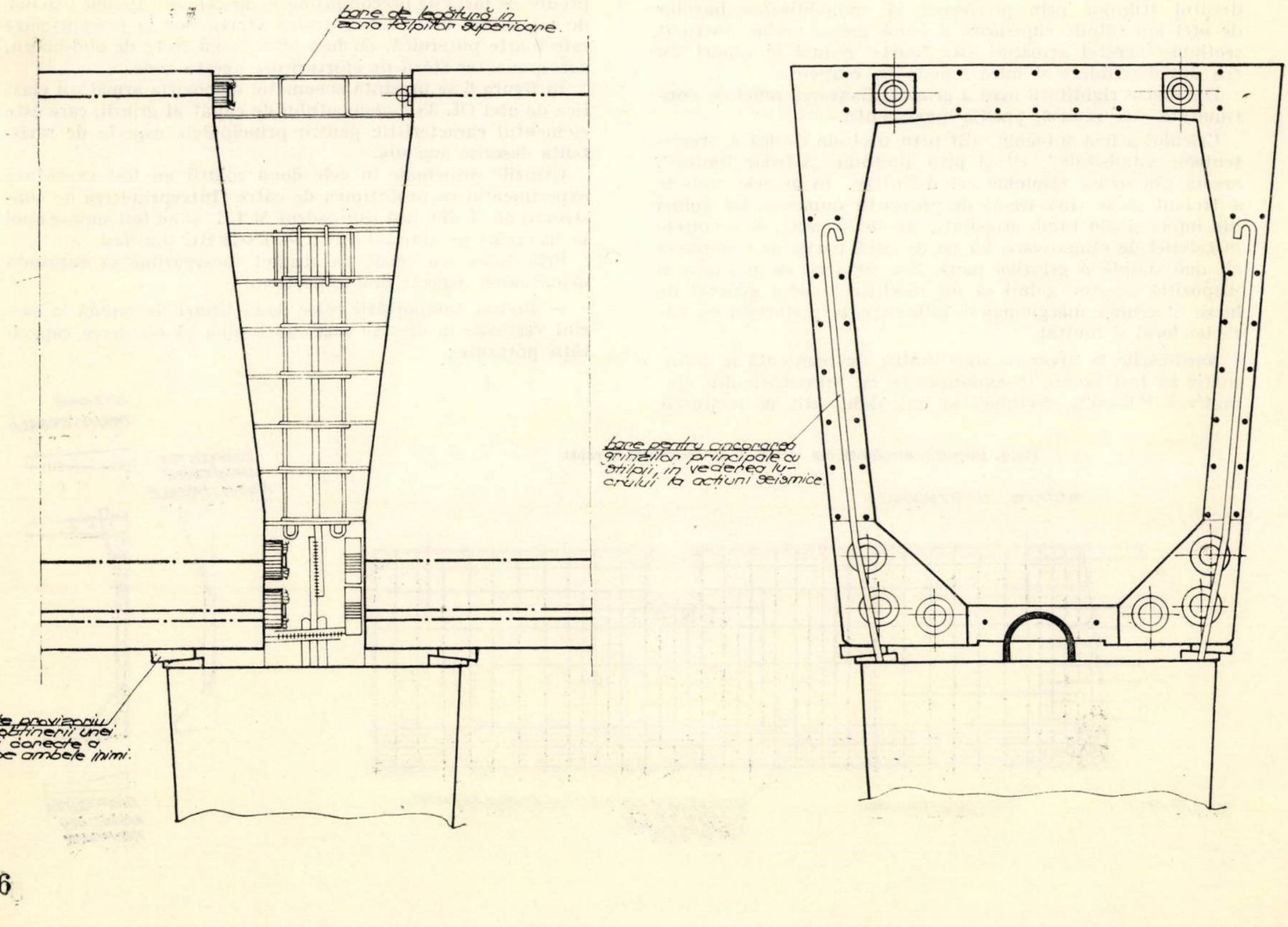
În afară de încercările amintite mai sus, o dată cu trecerea la generalizarea soluţiei, s-a mai încercat o astfel de grindă (de tipul prototipului I) cu deschiderea de 18,00 m, pentru a se analiza comportarea ei în funcţie de corecturile efectuate la prima încercare şi faţă de modificările intervenite în funcţie de noua deschidere.

Comportarea acestei grinzi a fost superioară, sub unele aspecte, celei a prototipului asemănător din prima serie de încercări. Astfel, zonele de sub primul gol de reazem al grinzilor secundare nu au mai cedat. Starea de fisurare a fost mai bună.

Pierderea capacităţii portante la această grindă s-a produs prin efectul de lunecare în zona de capăt a grinzii, planul de lunecare trecînd prin golurile de ventilaţie. Se precizează însă că, o dată montate în lucrare, aceste grinzi sînt mult avantajate faţă de cele încercate pe stand, din cauza monolitizărilor care se realizează pe capetele stîlpilor. Aceste monolitizări îmbunătăţesc mult modul de lucru la lunecare în zona respectivă.

Faţă de aceste aspecte şi ţinînd seamă de faptul că cedarea prin lunecare s-a produs totuşi la un coeficient de siguranţă

Fig. 7. Rezemarea grinzilor principale pe capetele stîlpilor


bare de legătură în zona tălpilor superioare.
bare montate provizoriu în vederea obţinerii unei repartizări corecte a reacţiunii pe ambele inimi.
bare pentru ancorarea grinzilor principale cu stîlpii, în vederea lucrului la acţiuni seismice

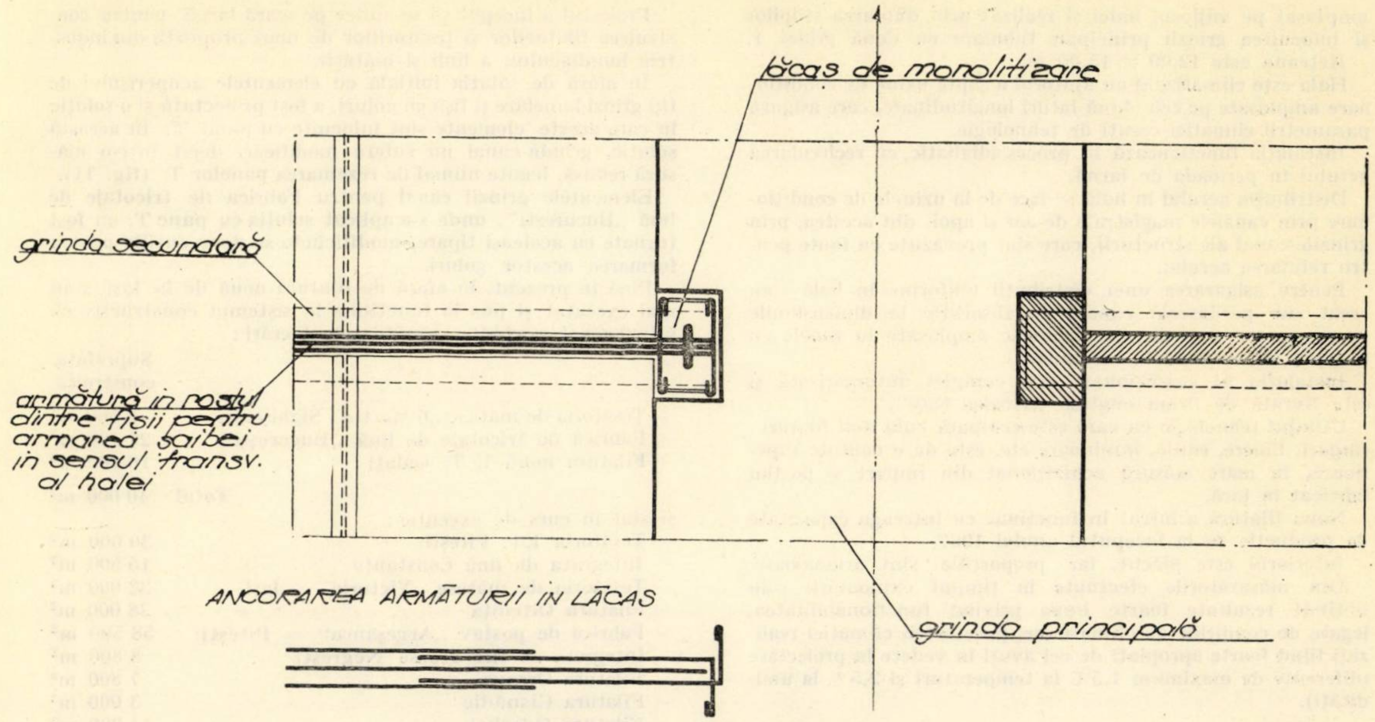

lăcaș de monolitizare
grindă secundară
armătură în rostul dintre fîșii pentru armarea șaibei în sensul transv. al halei
ANCORAREA ARMĂTURII ÎN LĂCAȘ
grindă principală

Fig. 8. Legătura grinzilor secundare cu cele principale

suficient de ridicat ($C_r = 2{,}70$), cînd zona de mijloc a grinzii era intrată în domeniul deformațiilor plastice, fapt indicat de starea de deformație a acestei zone (aceasta a favorizat producerea lunecării), s-a conchis că grinda oferă siguranță deplină pentru a fi utilizată rațional în alcătuirea structurilor de rezistență.

O problemă importantă de rezistență legată de grinzile-canal a constituit-o și soluția de rezemare a acestor elemente spațiale pe capetele stîlpilor. Condiția principală consta în găsirea unui sistem prin care să se realizeze rezemarea pe toate cele patru colțuri ale grinzii, pentru a încărca cele două inimi în mod egal. Rezemarea obișnuită prin așternerea unui strat de mortar de poză crea posibilitatea ca unul din cele patru colțuri ale grinzii să nu intre în lucru, cel puțin pentru greutatea proprie a acesteia (36 t), fapt care ar fi dus la modificarea distribuției eforturilor pe cele două inimi și deci la îndepărtarea de la premisele de calcul avute în vedere la proiectare. S-a găsit soluția de rezemare provizorie a grinzii-canal pe un sistem de patru perechi de pene din lemn de esență tare. După așezarea grinzii pe capetele stîlpilor prin intermediul acestor pene, se bat cele rămase libere, asigurînd rezemarea grinzii pe toate cele patru colțuri. Apoi se matează cu îngrijire, cu beton cu granulație mică, spațiul de 3–4 cm rămas liber lîngă pene. După cîteva zile se scot penele și se matează și lăcașurile acestora (fig. 7).

Sistemul adoptat a fost simplu de realizat pe șantier și a corespuns considerentelor de rezistență.

Grinzile secundare au fost concepute de formă lamelară, foarte înguste și cu o înălțime studiată și din punctul de vedere al instalațiilor de iluminat. Li s-a dat o înălțime mare : 85 și apoi 90 cm. Pe lîngă faptul că sînt avantajoase din punctul de vedere al armării, ele au rolul să împiedice razele luminoase de la corpurile de iluminat să se propage direct în ochii muncitorilor, provocînd fenomenul zis „de orbire" (cînd razele vin direct, cu o înclinare aproape orizontală). Armarea ciocului tip Gerber al acestor grinzi cu reazem foarte redus, de 15 și apoi 18 cm (inclusiv toleranțele de montaj), a constituit o problemă dificilă. În afară de armătura înclinată au fost prevăzuți etrieri speciali, verticali și orizontali și unele bare sub formă de agrafe la fața betonului, pentru întărirea zonei de rezemare. Calculul ciocului s-a făcut la diversele stări limită, atît în secțiuni normale, cît și în secțiuni înclinate. S-au efectuat și unele încercări privind modul lor de lucru, realizîndu-se capete de grindă și panouri de reazem prefabricate. Rezultatele au fost foarte bune, obținîndu-se coeficienți de siguranță ridicați, cuprinși în majoritatea cazurilor între 3 și 4 (la o singură încercare 2,5) pentru rezemări reduse la 10–12 cm.

Pentru protecția construcției la acțiunea antiseismică, măsurile mai importante care au fost prevăzute în proiect au constat în :

— realizarea șaibei orizontale alcătuite din ansamblul de fîșii cu goluri și tălpile superioare ale grinzilor principale (grinzile-canal) ;

— realizarea efectului de șaibă a acoperișului prin monolitizarea mustăților lăsate din fîșiile cu goluri și din pane și prin monolitizarea zonelor de deasupra panelor, la legăturile cu tălpile grinzilor principale (fig. 8) ;

— asigurarea transmiterii forțelor seismice din planul acestei șaibe la stîlpi, prin inimile grinzilor principale și prin ancorajele de oțel din zonele de monolitizare ;

— ductilizarea secțiunilor puternic solicitate ale stîlpilor prin folosirea unor mărci superioare de beton (B 300), fretarea cu grătare sudate a zonei de încastrare și asigurarea stabilității plastice a barelor longitudinale.

În rezumat, pentru acțiunea forțelor seismice s-a conferit structurii, pe lîngă o suficientă capacitate de rezistență, și o înaltă capacitate de disipare de energie și deformabilitate.

II. APLICAREA SISTEMULUI LA FILATURA NOUĂ DE LA IAȘI

Prima lucrare la care s-a aplicat soluția acestei structuri a fost hala filaturii noi de la Iași.*

Hala filaturii de circa 65 000 fuse are forma dreptunghiulară cu dimensiuni în plan de 145 × 170 m, cu o suprafață construită de 24 500 m² (fig. 9).

Acoperișul este de tip terasă, fără luminătoare, cu pante jucate de 4–5%. Secțiile de fabricație : bataj, carde, ringuri, finisaj mecanic etc. ocupă zece trame centrale, cele două trame marginale fiind destinate uzinelor de condiționare și anexelor productive.

După cealaltă direcție, hala este traversată de patru canale magistrale de aer, două centrale, cu secțiunea utilă de 14 m², două la capete, cu secțiunea utilă de 10 m² fiecare.

Prin canalele magistrale centrale se rezolvă și cele două rosturi de dilatație transversală, rostul longitudinal fiind amplasat pe mijlocul halei și realizat prin dublarea stîlpilor și înlocuirea grinzii principale tubulare cu două grinzi I. Rețeaua este 12,00 × 15,00 m.

---

* Lucrarea a fost executată de Intreprinderea nr. 4 construcții-montaj Iași din M.I.C., iar prefabricatele au fost produse de Intreprinderea de prefabricate Roman.

Hala este climatizată cu ajutorul a șapte uzine de condiționare amplasate pe cele două laturi longitudinale, care asigură parametrii climatici ceruți de tehnologie.

Instalația funcționează în proces adiabatic, cu recircularea aerului în perioada de iarnă.

Distribuția aerului în hală se face de la uzinele de condiționare prin canalele magistrale de aer și apoi, din acestea, prin grinzile-canal ale structurii, care sînt prevăzute cu fante pentru refularea aerului.

Pentru asigurarea unei distribuții uniforme în hală s-au creat sub pardoseală canale de absorbție la dimensiunile necesare, avînd gurile de absorbție amplasate în zonele cu degajări de căldură ale mașinilor.

Instalația de condiționare este complet automatizată și este livrată de firma engleză ,,Hoolen-Kay''.

Utilajul tehnologic cu care este echipată hala noii filaturi : ringuri, flaiere, carde, laminoare etc. este de o calitate superioară, în mare măsură achiziționat din import și parțial fabricat în țară.

Noua filatură a intrat în funcțiune cu întreaga capacitate de producție de la începutul anului 1967.

Interiorul este plăcut, iar proporțiile sînt armonioase.

Din măsurătorile efectuate în timpul exploatării s-au obținut rezultate foarte bune privind funcționabilitatea, legate de condițiile de climatizare, parametrii climatici realizați fiind foarte apropiați de cei avuți în vedere la proiectare (diferențe de maximum 1,5°C la temperaturi și 2,5 % la umidități).

III. GENERALIZAREA ȘI APLICAREA SISTEMULUI LA ALTE LUCRĂRI

După realizarea cu succes a primei lucrări experimentale executate în acest sistem s-a trecut la generalizarea soluției la celelalte lucrări mari ale industriei textile din R.S. România (din actualul cincinal).

Rețeaua a fost definitivată la 12,00 × 18,00 m.

Proiectul a început să se aplice pe scară largă pentru construirea filaturilor și țesătoriilor de mari proporții din industria bumbacului, a lînii și mătăsii.

În afară de soluția inițială cu elementele acoperișului de tip grinzi lamelare și fîșii cu goluri, a fost proiectată și o soluție în care aceste elemente sînt înlocuite cu pane T. În această soluție, grinda-canal nu suferă modificări decît într-o măsură redusă, legate numai de rezemarea panelor T (fig. 11).

Elementele grinzii canal pentru Fabrica de tricotaje de lînă ,,București'', unde s-a aplicat soluția cu pane T, au fost turnate cu aceleași tipare, modificîndu-se doar cutiile pentru formarea acestor goluri.

Pînă în prezent, în afară de filatura nouă de la Iași, s-au mai executat și pus în funcțiune în sistemul constructiv cu grinzi-canal portante următoarele lucrări :

	Suprafața construită
— Țesătoria de mătase ,,6 Martie'' Sighișoara	2 500 m^2
— Fabrica de tricotaje de lînă ,,București''	27 500 m^2
— Filatura nouă I. T. Galați	10 000 m^2
Total	40 000 m^2

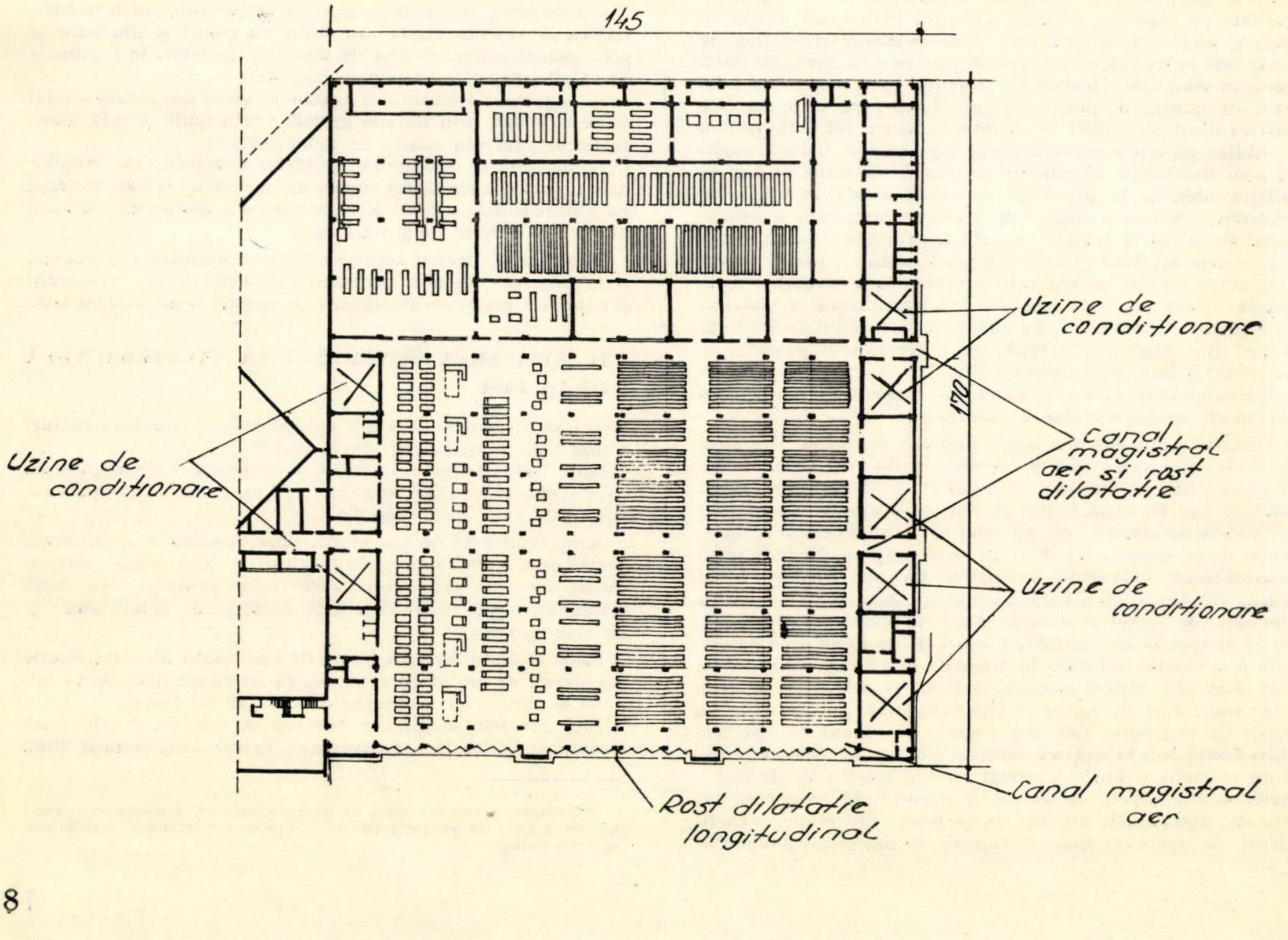
și sînt în curs de execuție :

— Țesătoria I.T. Pitești	30 000 m^2
— Integrata de lînă Constanța	15 500 m^2
— Țesătoria de mătase ,,Victoria'' — Iași	32 000 m^2
— Filatura Oltenița	38 000 m^2
— Fabrica de postav ,,Argeșanca'' — Pitești	58 500 m^2
— Integrata de fire groase Negrești	8 800 m^2
— Filatura Orșova	7 800 m^2
— Filatura Cisnădie	3 000 m^2
— Filatura Odorhei	11 200 m^2
Total	204 800 m^2

Construcțiile acestor unități industriale au în prezent structurile complet montate.

Pentru lucrările viitoare, a căror execuție trebuie să înceapă pînă în 1970, acest sistem constructiv a mai fost introdus în studiile tehnico-economice pentru lucrările de

Fig. 9. Planul filaturii noi de la Iași



la Țesătoria de fibre chimice Giurgiu, Filatura Slobozia și alte lucrări cu o suprafață totală de peste 100 000 m². În rezumat, suprafața totală a halelor textile proiectate în acest sistem constructiv depășește cifra de 350 000 m². Aceasta demonstrează evident că soluția și-a confirmat superioritatea și s-a generalizat.

Rezolvînd simplu problema importantă a transportului aerului condiționat și pe cea a sistematizării conductelor tehnologice, este posibil ca sistemul să fie avantajos utilizat și la hale de fabricație cu alt specific industrial.

Industria chimică, electrotehnică, cea a construcțiilor de mașini, depourile, garajele etc. necesită în multe cazuri condiții de climatizare sau ventilare care, într-o soluție tehnică superioară, ar putea folosi canalele acestui sistem constructiv.

În cursul anului 1967, la cererea C.S.C.A.S., proiectul structurii cu grinzi-canal a fost tipizat*. Elementele prefabricate ale acestei structuri se produc în fabricile de prefabricate ale Ministerului Industriei Construcțiilor.

IV. EFICIENȚA ECONOMICĂ

Indicatorii tehnico-economici obținuți la lucrările efectuate în această soluție dovedesc o eficiență economică deosebită a sistemului constructiv.

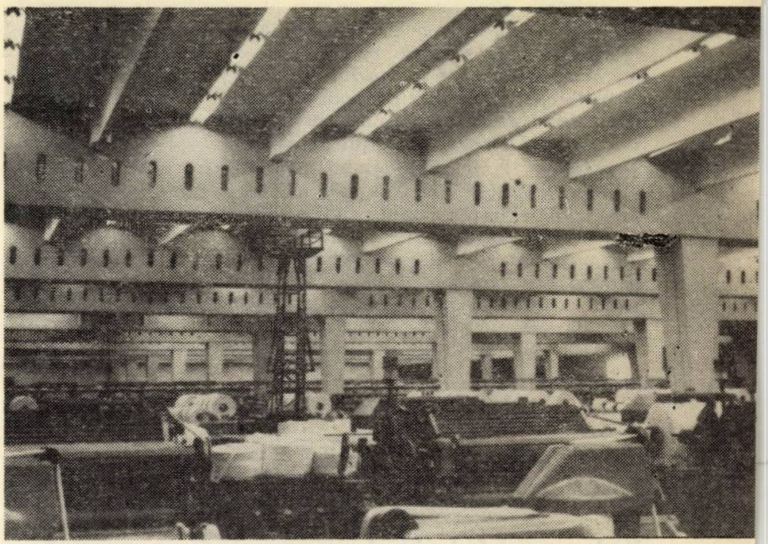
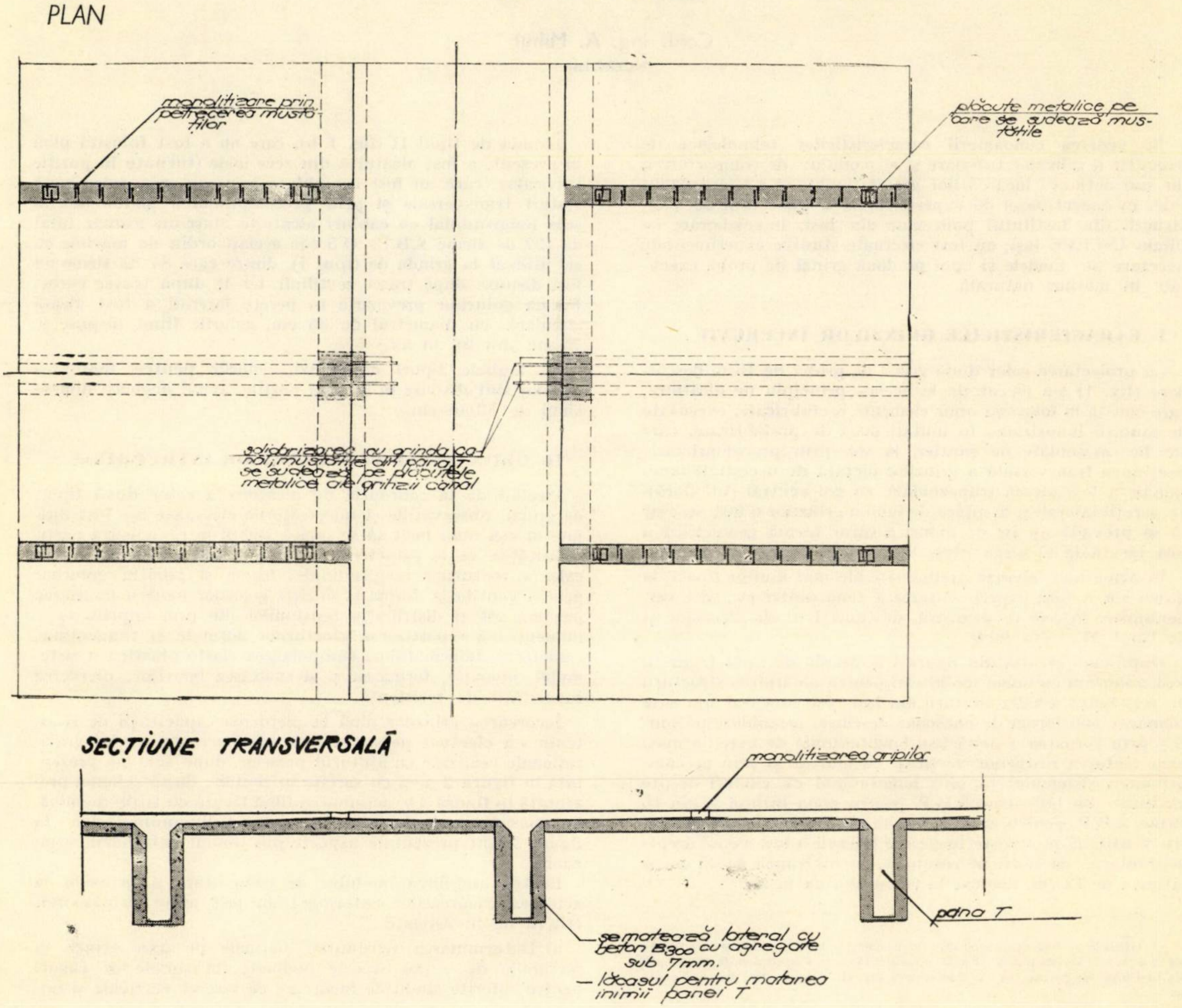


Fig. 10. Interiorul halei de la Iași în sistemul cu grinzi canal

Soluția simplă și clară a structurii prezintă avantajele unui montaj rapid. Ritmul este în întregime subordonat montajului elementului major al structurii: grinda-canal.

Fig. 11 – Soluția cu pane T


PLAN
monolitizare prin petrecerea mustăților
plăcuțe metalice pe care se sudează mustățile
solidarizarea cu grinda canal; mustățile din pana T se sudează pe plăcuțele metalice ale grinzii canal
SECȚIUNE TRANSVERSALĂ
monolitizarea aripilor
pana T
se matează lateral cu beton B300 cu agregate sub 7mm.
— lăcașul pentru matarea inimii panei T

---

* Proiectul este tipizat sub denumirea „Catalog de elemente prefabricate și secțiuni exemplificative pentru hale industriale cu grinzi-canal portante”. Indicativ C.S.C.A.S. A. VII. 330–67. Proiect. IPIU 731/67.

La lucrările efectuate pînă în prezent s-a ajuns la un montaj obişnuit de circa cinci grinzi pe zi, iar în cazuri excepţionale şi opt grinzi pe zi, ceea ce, la reţeaua de 12 × 18 m, înseamnează acoperirea unei suprafeţe de 1 080 şi respectiv 1 728 m^2. Grinzile pană şi fişiile cu goluri urmează imediat în acelaşi ritm, fiind elemente curente cu forme liniare, care necesită un montaj simplu. Se explică astfel realizarea integrală a structurilor la lucrările amintite mai sus, cu suprafeţe de ordinul a 20 000—30 000 m^2, în termene de numai 4—5 luni. Sub forma unui indice de durată, înseamnează că pentru 1 000 m^2 structură complet montată sînt necesare mai puţin de cinci zile, în timp ce la soluţia în şeduri, durata pentru o suprafaţă de 1 000 m^2 a fost în cel mai bun caz de 15 zile (ţesătoria de la Uzinele textile Botoşani).

Manopera de şantier pentru realizarea structurii este de 2 h/m^2, cuprinzînd toate operaţiile de asamblare, precomprimare şi montaj.

Preţul de cost al structurii (exclusiv fundaţiile) revine conform proiectului tip, la 294 lei/m^2 şi este un preţ avantajos, ţinînd seamă că structura în reţeaua de 12×18 m rezolvă şi canalele pentru instalaţia de climatizare.

Indicatorii privind consumul principalelor materiale de construcţie pentru realizarea structurii în acest sistem constructiv sînt :

— oţel-beton	23,35 kg/m^2
— material lemnos	0,002 m^3/m^2
— beton	0,1957 m^3/m^2

În situaţia realizării grinzilor secundare lamelare din beton precomprimat după ultimul proiect al acestor elemente, consumul de oţel pe structură scade la 21,60 kg/m^2.

Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcţii industriale climatizate

II. Studii experimentale [*]

Conf. ing. **A. Mihul**
INCERC-Iaşi

În vederea cunoaşterii caracteristicilor tehnologice de execuţie a grinzilor tubulare şi a modului de comportare a lor sub acţiunea încărcărilor gravitaţionale şi a celor orizontale, în cadrul bazei de experimentare a Facultăţii de construcţii din Institutul politehnic din Iaşi, în colaborare cu filiala INCERC-Iaşi, au fost efectuate studiile experimentale necesare pe modele şi apoi pe două grinzi de probă executate în mărime naturală.

I. CARACTERISTICILE GRINZILOR ÎNCERCATE

La proiectarea celor două grinzi de probă de 15 m deschidere (fig. 1) s-a plecat de la acelaşi principiu de alcătuire, care constă în folosirea unor elemente prefabricate, executate în condiţii industriale, în unităţi mari de prefabricate, care să fie asamblate pe şantier, la sol, prin precomprimare. Secţiunea transversală a grinzilor dictată de necesităţi funcţionale a fost aleasă trapezoidală, cu gol central (tubulară). În pereţii laterali şi în placa de fund a grinzilor a fost necesar să se prevadă un şir de goluri a căror formă geometrică a fost lăsată la alegerea proiectantului de rezistenţă.

În urma unor analize preliminare ale mai multor tipuri de grinzi s-a stabilit experimentarea a două dintre ele, care sînt denumite, în cele ce urmează, de tipul I — din chesoane şi de tipul II — din inele.

După cum rezultă din figura 1 a, grinda de tipul I, care a fost adoptată cu unele modificări pentru alcătuirea structurii de rezistenţă a halei filaturii din Iaşi, s-a executat din şase elemente sub formă de chesoane deschise, asamblate pe şantier prin turnarea a două fîşii longitudinale de beton armat, prin matarea rosturilor verticale cu mortar şi prin precomprimarea sistemului în sens longitudinal cu cabluri drepte alcătuite din 110 sîrme S.B.P. pentru zona întinsă şi din 16 sîrme S.B.P. pentru zona comprimată. Forma golurilor pentru ventilaţie prevăzute în pereţii laterali a fost aleasă dreptunghiulară, cu colţurile rotunjite, cu înălţimea de 45 cm şi lăţimea de 12 cm, dispuse la 60 cm din ax în ax.

Grinda de tipul II (fig. 1 b), care nu a fost folosită pînă în prezent, a fost alcătuită din zece inele (turnate în poziţie verticală), care au fost asamblate prin matarea celor nouă rosturi transversale şi prin precomprimarea sistemului în sens longitudinal cu cabluri alcătuite dintr-un număr total de 132 de sîrme S.B.P. Ø 5 (de acelaşi ordin de mărime cu cel utilizat la grinda de tipul I), dintre care 84 de sîrme au fost dispuse după trasee rectilinii, iar 48 după trasee curbe. Forma golurilor prevăzute în pereţii laterali a fost aleasă circulară, cu diametrul de 35 cm, golurile fiind dispuse la 75 cm din ax în ax.

La ambele tipuri de grinzi, golurile pentru montarea panelor sînt dispuse în aceeaşi poziţie, avînd aceleaşi dimensiuni de 53/40 cm.

II. OBIECTIVELE CERCETĂRILOR ÎNTREPRINSE

Plecînd de la concepţia de alcătuire a celor două tipuri de grinzi, observaţiile şi măsurătorile efectuate au fost dirijate în aşa mod încît să se poată stabili în ce măsură particularităţile ce le caracterizează — prezenţa rosturilor verticale, a rosturilor longitudinale, forma şi poziţia golurilor pentru ventilaţie, forma şi poziţia golurilor pentru montarea panelor, cît şi distribuţia tensiunilor din precomprimare — influenţează repartizarea eforturilor normale şi tangenţiale, caracterul deformaţiilor, comportarea elasto-plastică a sistemului, apariţia, formarea şi dezvoltarea fisurilor, pierderea capacităţii de rezistenţă.

Încărcarea grinzilor pînă la pierderea capacităţii de rezistenţă s-a efectuat pe standul de încercare, cu sarcini gravitaţionale realizate cu ajutorul preselor, după schema prezentată în figura 2 a, şi cu sarcini orizontale, după schema prezentată în figura 2 b, acţionarea fiind făcută cu trolii de mînă, iar măsurarea încărcărilor cu ajutorul dinamometrelor. În figura 3 sînt prezentate aspecte din timpul acţionării grinzilor.

Pentru stabilirea modului de comportare a grinzilor la acţiunea încărcărilor exterioare au fost alese următoarele criterii de investigaţii :

a) Determinarea tensiunilor normale pe axa grinzii în secţiunile de mijloc şi cele înclinate (în zonele de capăt) pentru diferite stadii de încărcare cu sarcini verticale şi orizontale s-a făcut prin măsurarea deformațiilor betonului cu ajutorul tensometriei acustice, utilizînd ca traductori corzi vibrante montate pe suporturi metalice înglobate în beton (se observă în fig. 3 a și 3 b) și încercarea prismelor recoltate la turnarea elementelor prefabricate (pentru stabilirea modulului de elasticitate). Măsurători de aceeași natură s-au efectuat în zonele de rezemare a panelor. Perturbările înregistrate la variația tensiunilor normale, cît și măsurarea mărimii eforturilor au permis a se face unele aprecieri asupra influenței pe care o exercită forma și dimensiunile golurilor prevăzute pentru ventilație asupra stării generale de tensiuni, cît și asupra modulului de deformare elastoplastică a betonului precomprimat.

---

[*] Grinzile au fost experimentate de un colectiv larg din cadrul catedrei de beton armat şi al catedrei de statică şi rezistenţă de la Facultatea de construcţii din Iaşi (ing. M. Patraş, ing. A. Cuciureanu, ing. H. Manolovici, ing. C. Leonte ş.a.).

b) Determinarea variației și a mărimii deformațiilor grinzilor la sarcini verticale și orizontale (pentru o singură încărcare și încărcări repetate), cu acțiune de scurtă durată și în timp, pentru diferite stadii de încărcare (pînă la sarcina de exploatare, la sarcina de refisurare și la pierderea capacității de rezistență) s-a făcut prin măsurarea săgeților cu ajutorul comparatoarelor, flexometrelor și amplificatoarelor de săgeți. Aceste date ne-au permis să facem aprecieri mai cu seamă asupra influenței pe care o exercită rosturile verticale, a legăturii continue a elementelor prefabricate sau a lipsei acesteia și a modului de dirijare a tensiunilor inițiale introduse artificial la precomprimarea sistemelor.

c) Apariția, formarea și dezvoltarea fisurilor (deschiderea fisurilor pentru diferite stadii de încărcare), cît și refisurarea, determinate cu lupe gradate, ne-au permis să apreciem apariția eforturilor periculoase de întindere, direcția după care acționează aceste eforturi, efectul eforturilor la sisteme precomprimate cu goluri de genul celor studiate, indicații asupra gradului de pierdere a tensiunilor în urma apariției deformațiilor mari (în urma fisurării sistemului), indicații și aprecieri asupra durabilității sistemelor proiectate.

d) Determinarea sarcinilor corespunzătoare pierderii capacității de rezistență ne-a permis să analizăm caracterul de rupere a sistemului, coeficienții de rezistență de care dispun sistemele, cît și modificări importante ce apar în distribuția tensiunilor înaintea pierderii capacității de rezistență determinate de poziția și forma golurilor existente.

III. REZULTATUL ÎNCERCĂRILOR

În urma analizei rezultatelor obținute la încercarea celor două tipuri de grinzi pînă la pierderea capacității de rezistență și a observațiilor culese în procesul de execuție a elementelor prefabricate și de asamblare a grinzilor, au reieșit următoarele :

a) Numărul rosturilor verticale, prezența sau lipsa unei armături continue, nepretensionate, dispuse în sens longitudinal în tălpile grinzilor, forma golurilor, existența unor tensiuni în zona comprimată (centrală) sau lipsa acestora, dirijarea tensiunilor din precomprimare cu cabluri dispuse după trasee rectilinii sau curbe, au o influență esențială

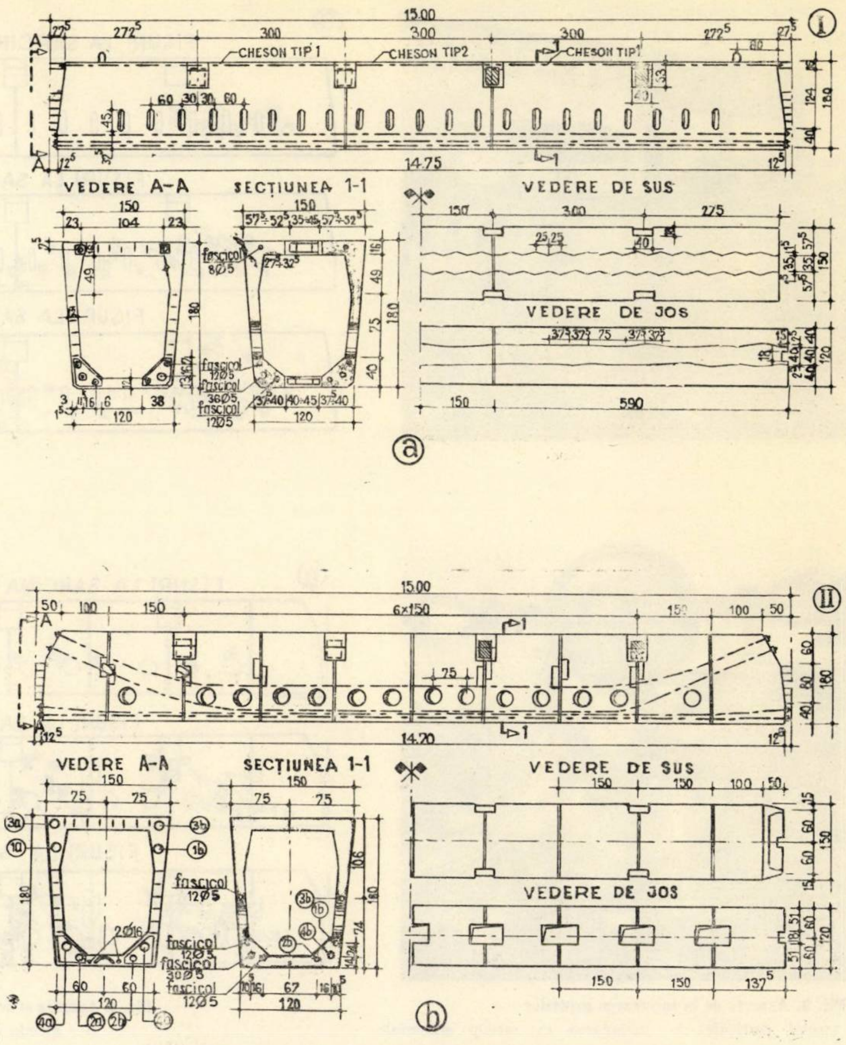
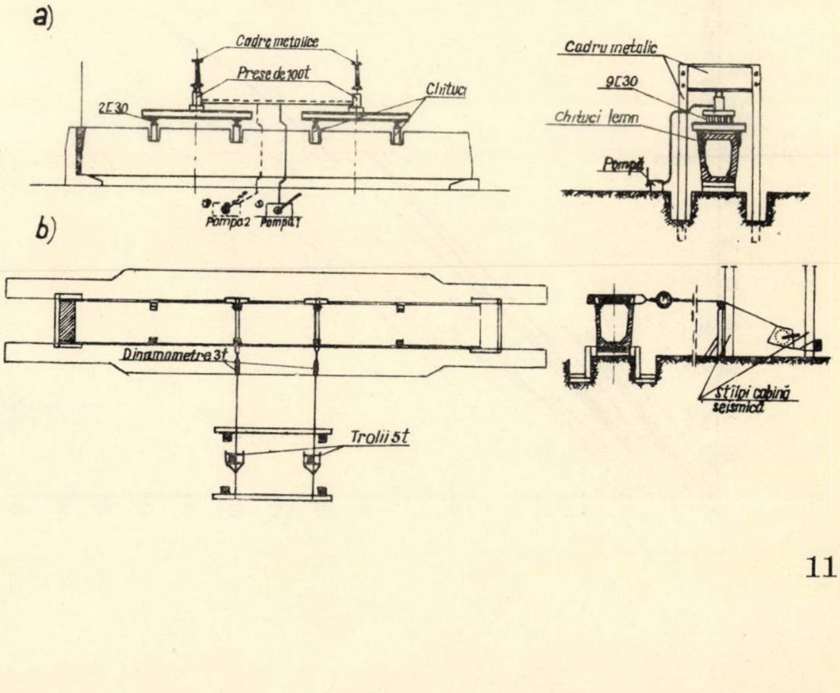

①
15.00
CHESON TIP 1
CHESON TIP2
CHESON TIP1
14.75
VEDERE A–A
SECȚIUNEA 1-1
VEDERE DE SUS
VEDERE DE JOS
fascicol 8Ø5
fascicol 12Ø5
fascicol 36Ø5
fascicol 12Ø5
ⓐ
Ⓘ
15.00
6×150
14.20
VEDERE A–A
SECȚIUNEA 1-1
VEDERE DE SUS
VEDERE DE JOS
fascicol 12Ø5
fascicol 12Ø5
fascicol 30Ø5
fascicol 12Ø5
2Ø16
ⓑ

Fig. 1. Alcătuirea grinzilor tubulare de 15 m deschidere, experimentate

a – grinda I alcătuită din chesoane deschise după o latură cu goluri ovale ;
b – grinda II alcătuită din elemente tubulare cu goluri circulare

Fig. 2. Schema de încercare a grinzilor

a – sarcini verticale ; *b* – sarcini orizontale


a)
Cadre metalice
Prese de 100t
Chituci
2E30
Pompa2
Pompa1
Cadru metalic
9E30
Chituci lemn
Pompă
b)
Dinamometre 3t
Troliu 3t
Stîlpi cabină seismică

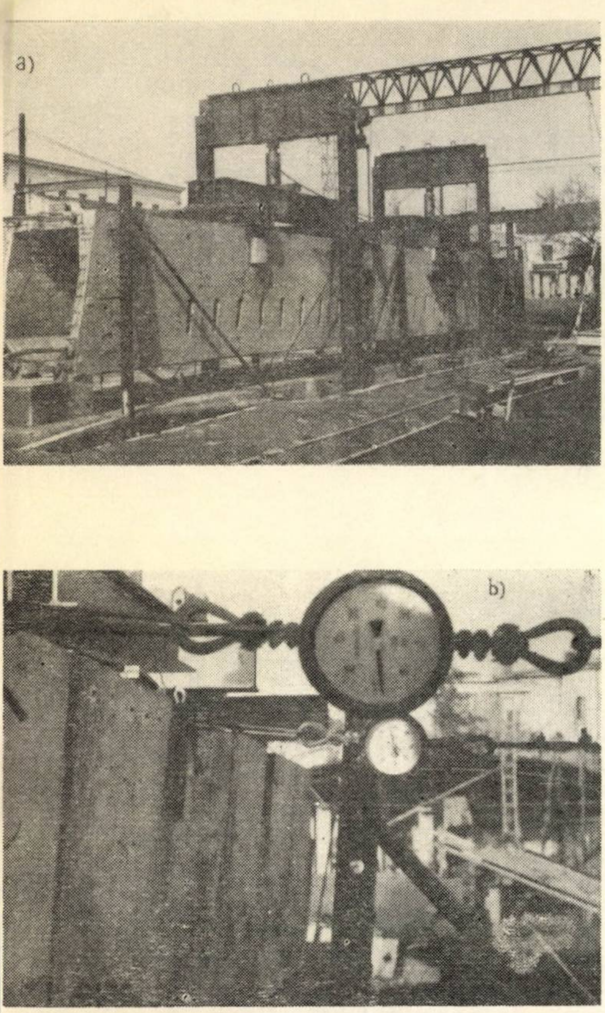
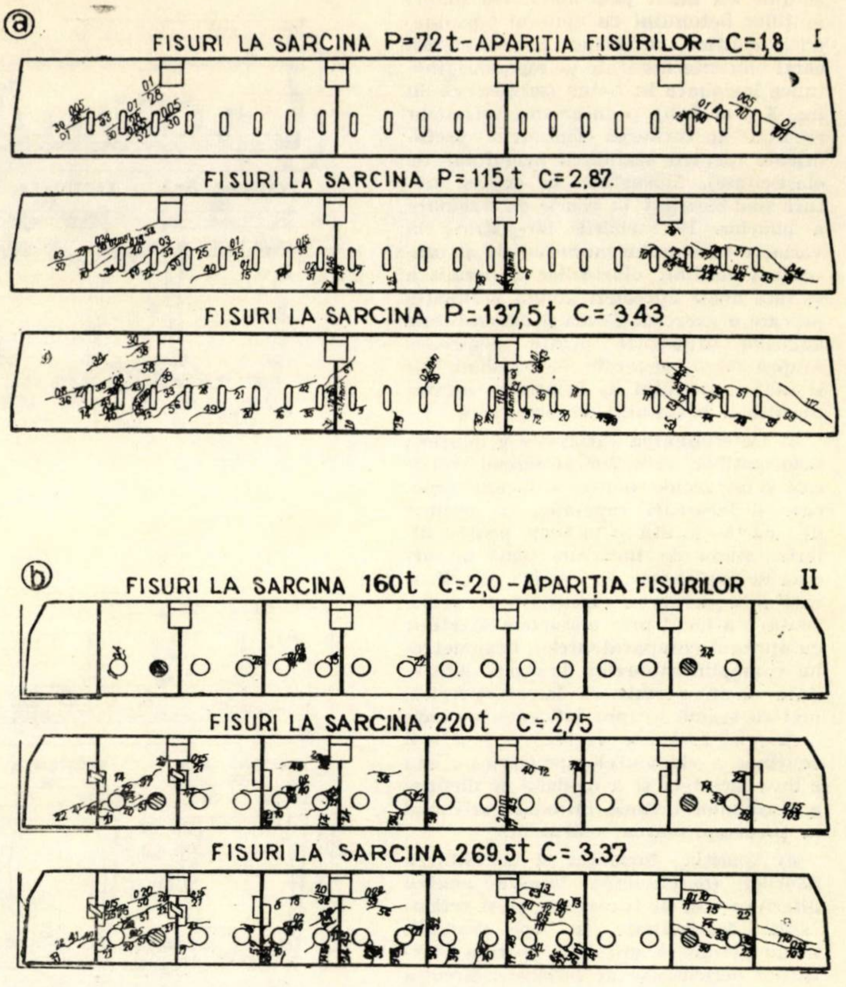


Fig. 3. Aspecte de la încercarea grinzilor

a – încărcarea cu sarcini verticale; *b* – încărcarea cu sarcini orizontale

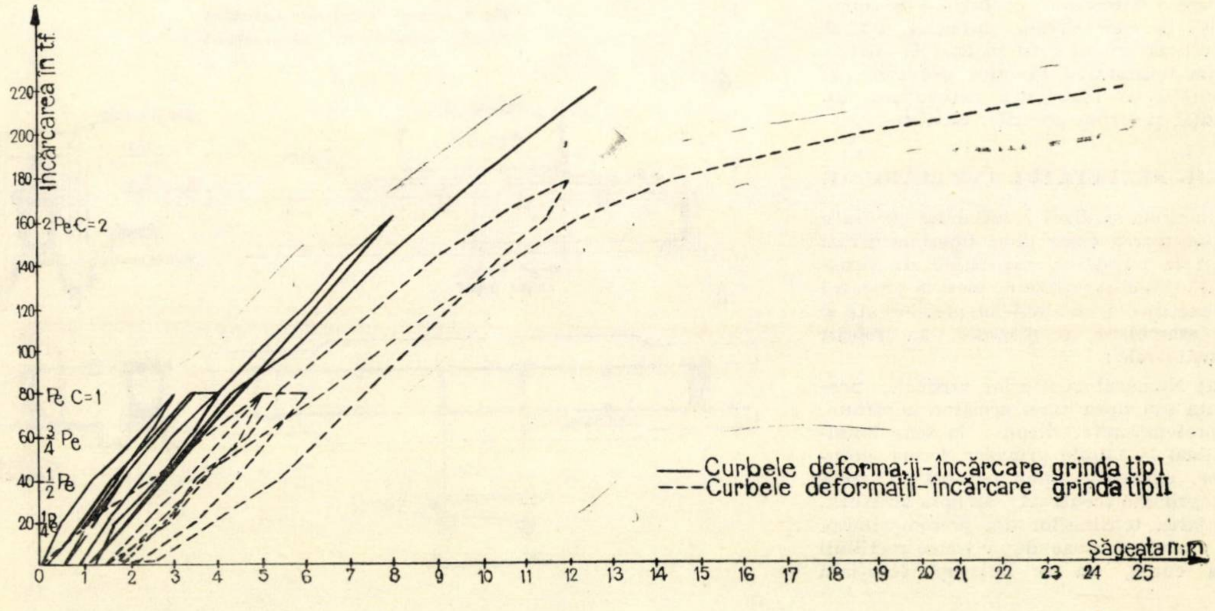


a
FISURI LA SARCINA P=72t-APARIȚIA FISURILOR-C=1,8
I
FISURI LA SARCINA P=115 t C=2,87
FISURI LA SARCINA P=137,5 t C=3,43
b
FISURI LA SARCINA 160t C=2,0-APARIȚIA FISURILOR
II
FISURI LA SARCINA 220t C=2,75
FISURI LA SARCINA 269,5t C=3,37

Fig. 4. Apariția și dezvoltarea fisurilor la grinzile tubulare

a – grinda de tip I; *b* – grinda de tip II

Fig. 5. Curbele încărcare-deformații în secțiunea din mijlocul grinzilor I și II



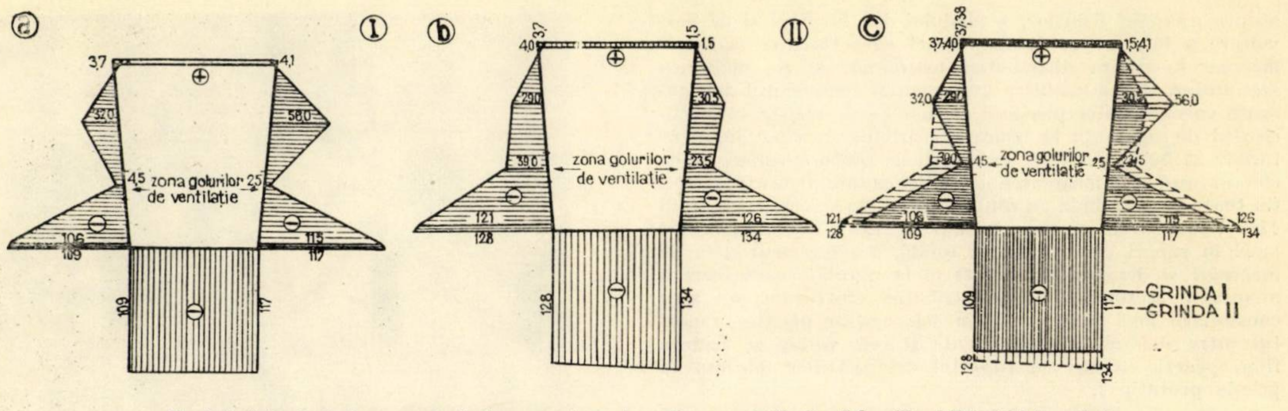

a
I
b
II
c
3.7
4.1
32.0
58.0
4.5
zona golurilor
2.5
de ventilație
106
109
115
117
40
1.5
29.0
30.5
39.0
23.5
121
128
126
134
37;38
37;40
15;41
56.0
GRINDA I
GRINDA II

Fig. 6. Variația eforturilor normale după precomprimare în secțiunea centrală situată la mijlocul distanței între goluri
a — grinda tip I ; *b* — grinda tip II ; *c* — comparativ pentru cele două tipuri de grinzi

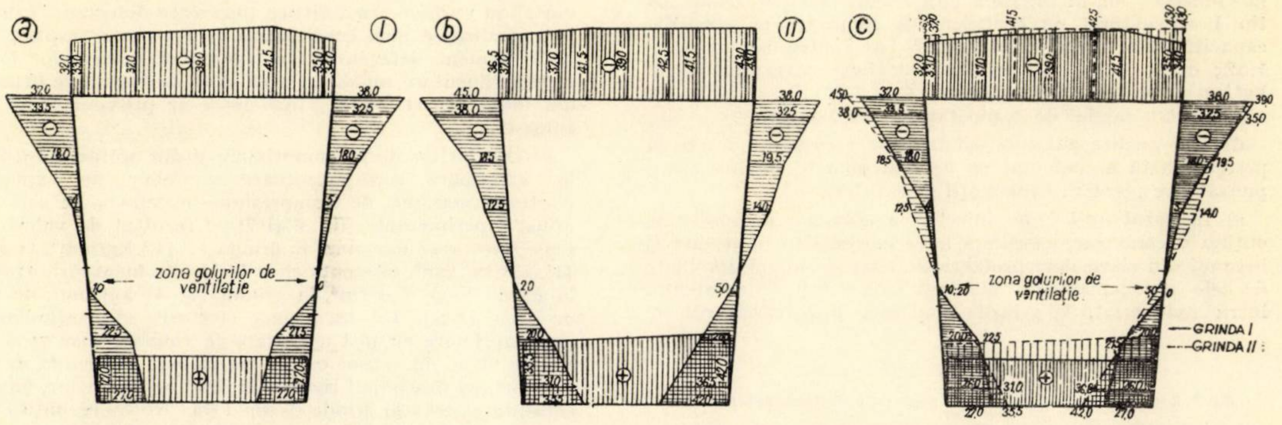
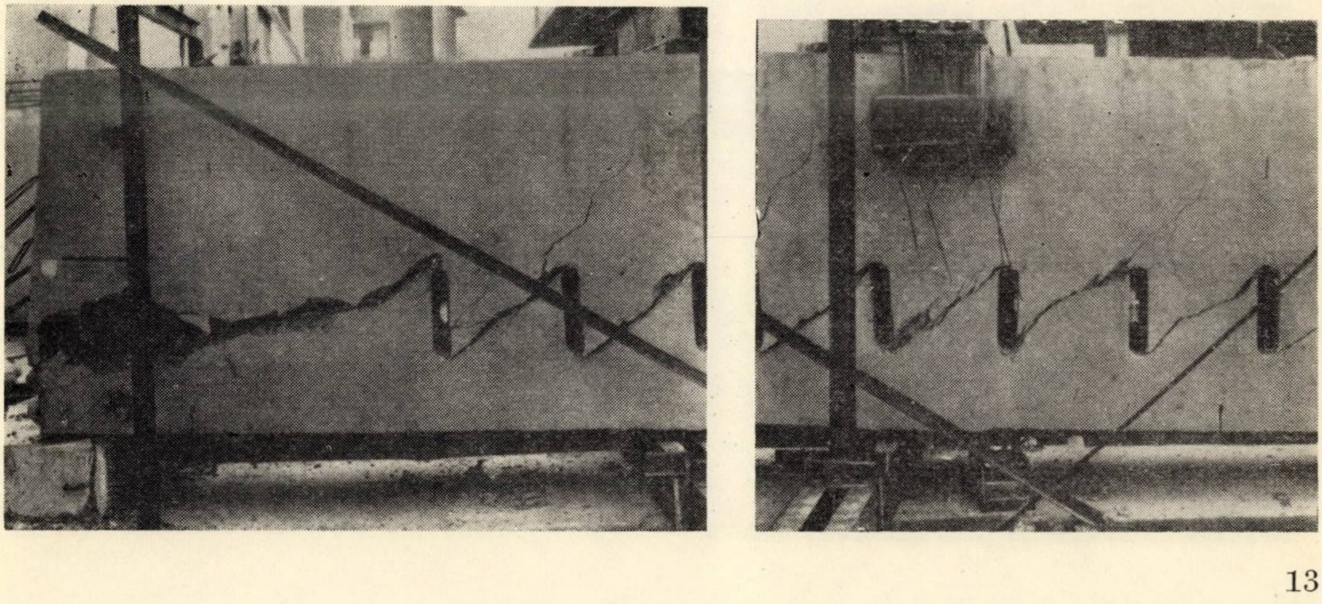

a
I
b
II
c
32.0
33.0
39.0
41.5
38.0
32.5
18.0
12.5
zona golurilor de ventilație
22.0
21.5
27.0
45.0
19.5
14.0
20.0
5.0
42.5
43.0
GRINDA I
GRINDA II

Fig. 7. Variația eforturilor normale din efectul sarcinilor de exploatare în secțiunea centrală situată la mijlocul distanței între goluri
a — la grinda de tip I ; *b* — la grinda de tip II ; *c* — comparativ la cele două tipuri de grinzi

Fig. 8. Aspecte de la distrugerea grinzilor de tipul I



asupra apariției fisurilor, a modului de formare și de dezvoltare a lor, asupra formei curbei caracteristice (săgeată-încărcare), asupra distribuției tensiunilor și pe înălțimea secțiunilor, fără a modifica însă esențial coeficientul de siguranță corespunzător pierderii capacității de rezistență, coeficientul de siguranță la fisurare, mărimile maxime ale eforturilor în beton produse de efectul de precomprimare și de efectul produs de încărcarea sistemelor cu sarcini de exploatare. Cu toate că la grinda cu multe rosturi transversale (de tipul II) deformațiile remanente după primele descărcări sînt mari în raport cu deformația totală, după primul ciclu de încărcări și descărcări repetate (3 la număr), ca urmare a adaptării secțiunilor, a redistribuției eforturilor, cît și a consumării unei mari părți din deformațiile plastice, raportul între deformațiile remanente și cele totale se reduce, fiind practic același cu raportul deformațiilor obținut la grinda prototip I.

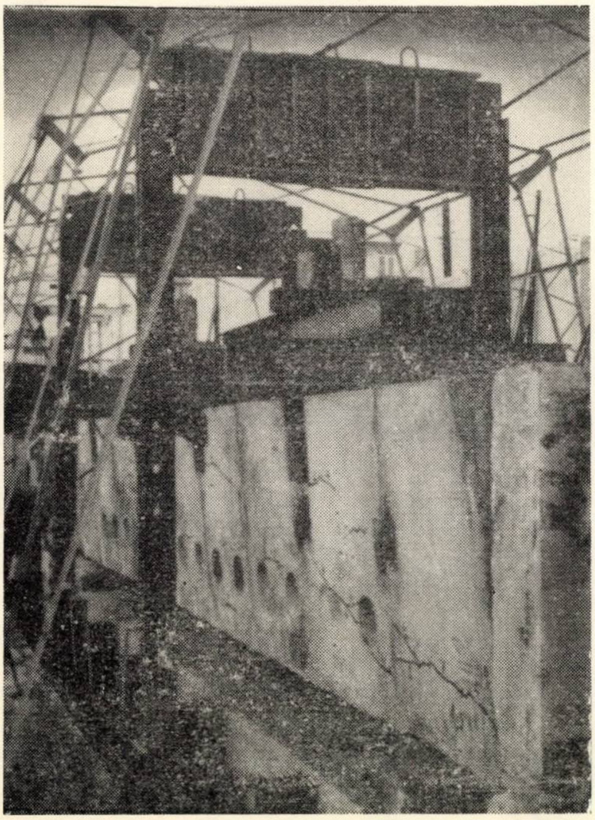
b) Din analiza caracteristicilor mecanice obținute la încercarea celor două grinzi rezultă o comportare mai bună a grinzii de tipul I în raport cu grinda de tipul II. În ceea ce privește coeficientul de fisurare, din comparația rezultatelor obținute la grinzile alcătuite din elemente prefabricate apare avantajoasă grinda alcătuită din inele precomprimate cu cabluri curbe (grinda tip II).

c) Pe baza rezultatelor experimentale, grinzile încercate prezintă rezerve importante de siguranță, ceea ce asigură introducerea lor în practică fără riscuri. Pentru grinda de tip I s-a obținut un coeficient de siguranță la pierderea capacității de rezistență $C = 2{,}72$, iar pentru fisurare $C_f = 1{,}57$; σ_{max} pentru sarcini de exploatare a rezultat de 42 kgf/cm^2; pentru grinda tip II, $C = 2{,}68$, $C_f = 1{,}68$, iar σ_{max} pentru sarcini de exploatare de 43 kgf/cm^2.

d) Din analiza ansamblului fisurilor rezultă că armătura pretensionată a conlucrat cu betonul pînă la sarcina corespunzătoare pierderii capacității de rezistență.

e) În cazul unei bune injectări a golurilor cablurilor se obține o conlucrare continuă între mortarul de injectare și betonul din elementele prefabricate pînă la sarcini apropiate de cele corespunzătoare pierderii capacității de rezistență, lucru evidențiat, la grinzile încercate, prin caracterul de apariție, formare și dezvoltare a fisurilor (fig. 4), precum și din alura curbei caracteristice (încărcare-deformații) (fig. 5).

Fig. 9. Aspectul fisurilor longitudinale produse de eforturile de lunecare



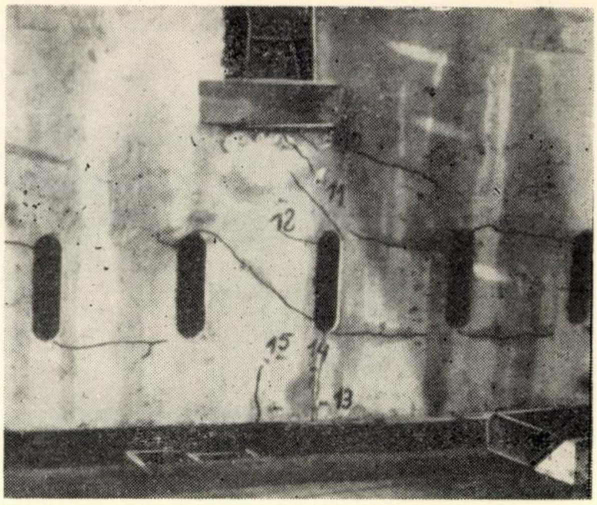


Fig. 10. Dezvoltarea fisurilor din vecinătatea golurilor

f) Realizarea unei continuități pe reazem corespunzătoare unui moment determinat de rigiditatea reazemelor folosite la experimentare nu duce la eforturi de întindere în betonul din talpa superioară a grinzii (care ar provoca fisuri periculoase).

g) Din forțele de precomprimare și din acțiunea încărcărilor exterioare corespunzătoare sarcinilor de exploatare, eforturile maxime de compresiune măsurate la cele două grinzi experimentale (fig. 6 și 7) au rezultat de valori apropiate (din precomprimare la grinda I—113 kgf/cm^2, la grinda II—131 kgf/cm^2, diferență circa 16%; din încărcări exterioare la grinda I—37 kgf/cm^2, la grinda II—41 kgf/cm^2, diferență de circa 11%). De asemenea, eforturile de întindere din precomprimare au fost apropiate ca valoare, însă mult diferite ca efect, în sensul că au determinat la grinda de tipul II fisuri (cu deschideri reduse) în dreptul rosturilor, fără a se constata aceasta la grinda de tip I (la care s-a resimțit efectul precomprimării din talpa superioară și mai cu seamă efectul legăturii continue realizat de fîșia de beton armat turnată).

Eforturile de întindere (de deprecomprimare a zonei întinse) au fost însă mult diferite la cele două grinzi alcătuite din elemente prefabricate (27 kgf/cm^2 la grinda tip I, în raport cu 39 kgf/cm^2 la grinda tip II, deci o diferență de 44%).

h) Din analiza repartiției eforturilor din precomprimare și din acțiunea sarcinilor exterioare (fig. 6 și 7), din analiza modului de apariție și formare a fisurilor se constată că golurile dreptunghiulare rotunjite la partea superioară produc perturbări ale stărilor de eforturi mult mai mari decît golurile rotunde, la care concentrările de tensiuni se localizează în jurul golurilor, prezentînd o repartiție mai uniformă. Lipsa golurilor permite obținerea unor tensiuni care pot fi considerate practic repartizate liniar pe înălțimea grinzii.

i) Deși valorile eforturilor principale de întindere, determinate experimental la sarcina de exploatare, au fost mai mari la grinda de tip II, datorită efectului favorabil produs de cablurile curbe, fisurile înclinate au apărut la o sarcină mai mare (1,8 ori sarcina de exploatare la grinda de tip I față de 2,25 ori sarcina de exploatare la grinda de tip II).

Fisurile înclinate la grinda de tip I s-au dezvoltat repede, ele fiind cauza principală a pierderii capacității de rezistență (fig. 8).

j) La cele două grinzi, datorită golurilor din pereții longitudinali, au apărut eforturi de lunecare importante, care au determinat formarea unor fisuri longitudinale, caracteristice grinzilor experimentale, evidențiate mai cu seamă la grinda de tipul II (fig. 9).

k) Încărcările orizontale ce ar putea să apară în timpul exploatării din acțiunea cutremurului nu pot duce la creșteri importante ale eforturilor, practic, acestea fiind neglijabile față de capacitatea de rezistență a sistemului.

l) Prezența unui număr mare de rosturi verticale existente la grinda de tip II, cît și lipsa unei legături continue a elementelor prefabricate de beton armat au influențat în mare măsură modul de deformare a acestei grinzi în raport cu modul de deformare a grinzii de tip I, caracterizată prin apariția unor săgeți, la aceleași sarcini, mult mai mari (fig. 5). De exemplu, pentru sarcini de exploatare, diferența între săgețile maxime din dreptul secțiunii de mijloc este de 42 %, datorită unei creșteri a săgeții mult mai pronunțată în timp (diferența de circa 36 % pentru un interval de timp de circa 16 ore) și apariției unor deformații remanente mult mai mari după prima încărcare în raport cu deformația totală (31 % pentru grinda de tip II față de 10,5 % pentru grinda de tip I). Menționăm o comportare practic elastică la grinda tip I, la care deformațiile remanente au fost neînsemnate.

m) Golurile dispuse pentru ventilație și cele pentru montarea panelor creează o stare de tensiuni nefavorabilă în jurul lor, ceea ce provoacă apariția unor fisuri mai accentuate în aceste zone (fig. 10), care, la starea limită de încărcare, se dezvoltă, ducînd la pierderea capacității de rezistență a sistemelor (fig. 8).

Din analiza diferitelor aspecte privind, atît execuția celor două tipuri de grinzi, cît și comportarea lor sub sarcină, rezultă că ambele sisteme încercate pot fi utilizate rațional în alcătuirea structurilor de rezistență proiectate. Se remarcă totuși, în ansamblu, o comportare superioară a grinzii de tip I, care asigură și posibilitatea adoptării unei tehnologii de execuție mai simple.

Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcții industriale climatizate

III. Execuția

Ing. V. Dascălu

Intr. 4 construcții-montaj Iași

I. ASPECTE PRIVIND PLANIFICAREA LUCRĂRILOR ȘI ORGANIZAREA ȘANTIERULUI

Soluția nouă de structură de rezistență și concepția în proiectarea halei blindate pentru filatura nouă din Iași a permis antreprenorului general* să-și organizeze științific șantierul.

Planificarea și organizarea lucrărilor de execuție a filaturii noi din Iași au avut la bază o concepție științifică modernă privind execuția lucrărilor de construcții, transformarea șantierului într-un șantier de montaj care să asigure un ritm înalt de execuție.

Dintre principiile care au stat la baza organizării execuției** și alegerii fluxului tehnologic de montaj, menționăm :

— realizarea unui ritm ridicat de montaj ;

— scurtarea termenelor de execuție ;

— asigurarea succesivă a spațiilor închise finite pentru montarea utilajului tehnologic și intrarea în funcțiune a noii filaturi pe etape, înainte de termenele prevăzute ;

— închiderea întregii hale înainte de a începe timpul friguros, cu scopul continuării execuției în perioada de iarnă.

I.1. Organizarea șantierului

Pe baza documentațiilor tehnice prezentate de proiectant a fost stabilită cea mai adecvată tehnologie de atacare a lucrărilor de execuție :

— eliberarea amplasamentului ;

— execuția lucrărilor de terasamente ;

— execuția fundațiilor pahar și a celor continue pentru zidurile exterioare și anexe ;

— amenajarea platformei generale (umpluturi de pămînt galben, nivelări, compactări, balastare etc.) ;

— construirea unei linii de cale ferată pe mijlocul lungimii halei pentru introducerea vagoanelor cu prefabricate, semifabricate sau alte materiale ;

— amenajarea unui depozit tampon la intrarea liniei ferate pe șantier ;

— execuția grinzilor marginale și de rost preturnate-precomprimate pe șantier ; montajul structurii prefabricate, inclusiv al plăcilor de acoperiș ;

— execuția canalelor magistrale de aer adoptînd un sistem rațional de cofrare, susținere și turnare a grinzilor marginale GM ;

— realizarea izolației acoperișului terasă ;

— execuția lucrărilor de închidere a halei și asigurarea fronturilor de lucru în interior la pardoseli, canale etc. pentru timpul friguros.

Prefabricatele au fost asigurate din industrie, iar semifabricatele, confecțiile metalice, armăturile de oțel-beton, cofrajele și betonul monolit, de la baza de producție a întreprinderii existente în zona industrială a orașului Iași.

Evident, o astfel de organizare a unui șantier poate suferi foarte mult dacă nu sînt primite la timp, în sortimentele și cantitățile necesare, atît prefabricatele, cît și celelalte semifabricate ori materiale sau dacă șantierul nu este dotat cu utilaje corespunzătoare montării acestora.

Execuția acestei hale a demonstrat că dacă sînt aplicate măsuri științifice de conducere și organizare a execuției, rezultatele sînt dintre cele mai bune. Ritmul înalt realizat în execuție și rentabilitatea activității șantierului demonstrează avantajele ce se obțin cînd se îmbină armonios concepția de proiectare a unei structuri noi cu metodele moderne și științifice de organizare a execuției pe șantier.

I.2. Planificarea execuției lucrărilor după metoda drumului critic

Primul rezultat pozitiv al aplicării acestei metode încă de la începutul lucrărilor de organizare a șantierului (1964) a fost stabilirea unei tehnologii de execuție foarte judicioase. Deși pe parcurs nu s-a urmărit chiar riguros mersul execuției după graficul rețea, metoda adoptată pentru planificarea și urmărirea execuției lucrărilor a permis să se dirijeze zilnic utilajele, muncitorii și materialele spre acele activități care se situau pe drumul critic și care condiționau începerea altor activități și, în final, realizarea unor termene cît mai scurte de execuție.

Astfel, deși prima grindă tubulară a fost montată la 2 august 1965, s-a reușit ca în mai puțin de patru luni hala să fie complet acoperită și peste 90 % închisă, iar prima capacitate de 1 000 tone de fire pieptănate să fie predată la montarea utilajului.

De menționat că planificarea rațională și ritmul înalt realizat la execuția acestei filaturi au permis ca și următoarele capacități să fie date în funcțiune cu mult înainte de termenele planificate.

II. TEHNOLOGIA DE EXECUȚIE A PREFABRICATELOR

Execuția prefabricatelor din beton armat și beton precomprimat a impus o cerință nouă privind realizarea aspectului prefabricatelor în vederea netencuirii halei. Prin grija cu care

---

* Intreprinderea 4 construcții-montaj Iași din cadrul Ministerului Industriei Construcțiilor; director ing. I. Melicescu.

** Cu asistența tehnică a catedrei de beton și a catedrei de statică de la Facultatea de construcții din Iași.

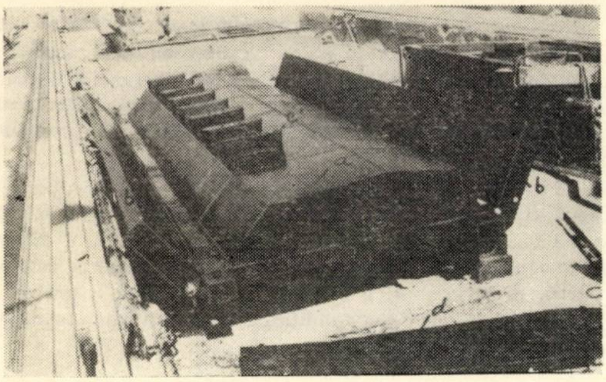
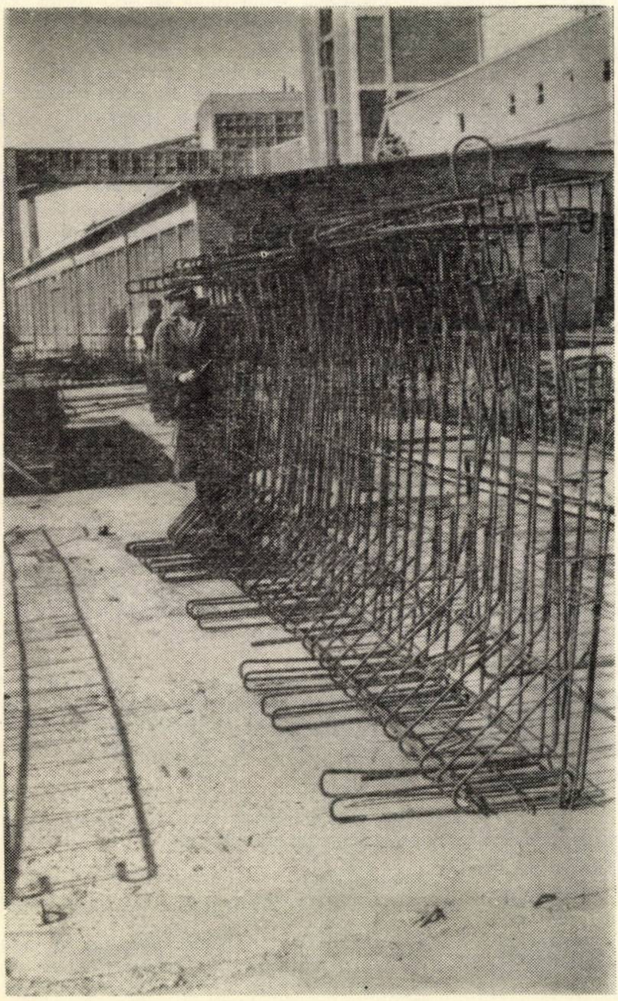


Fig. 1. Tiparul metalic

au fost executate elementele prefabricate de către I. P. Roman s-a reuşit să nu se tencuiască nici un prefabricat. Au fost necesare doar rectificări ale unor muchii care s-au deteriorat din cauza manipulărilor din timpul transportului şi al montării.

Singurele elemente prefabricate care nu au corespuns cerinţelor au fost fîşiile cu goluri. Acestea, prin înseşi toleranţele admise, au abateri mari faţă de proiect (de ordinul 1—3 cm), care în majoritatea cazurilor se cumulează la cîte două elemente (fîşii) montate adiacent. Tehnologia de execuţie a stîlpilor, grinzilor secundare şi a fîşiilor cu goluri nu prezintă, în afara cerinţelor privind aspectul, nici o noutate aparte faţă de tehnologia cunoscută în fabricile noastre de prefabricate.

Fig. 2. Armătura transversală sub formă de carcase legate



Execuţia elementelor chesonate pentru grinzile tubulare prezintă aspecte noi. Tehnologia a fost definitivată pe baza unor experimentări tehnologice efectuate în 1964 în cadrul Întreprinderii 4 construcţii-montaj Iaşi, o dată cu încercarea pe stand, la Institutul politehnic şi INCERC Iaşi, a prototipului de grindă tubulară prefabricată asamblată prin postcomprimare.

Elementele chesonate au fost executate în tipare metalice încălzitoare, utilizînd abur viu. Tiparul metalic (fig. 1) este alcătuit dintr-un şasiu metalic pe care este montat un fund dublu de care sînt fixaţi pereţii laterali rabatabili (*b*) dubli, cu spaţiu de circulaţie a aburului, izolaţi termic la partea exterioară. Pe fundul tiparului (*a*) sînt fixate cutiile metalice pentru realizarea fantelor de refulare a aerului (*c*).

În cele două extremităţi ale tiparului sînt montate, cu ajutorul unor pene metalice speciale, panourile de capăt (*d*).

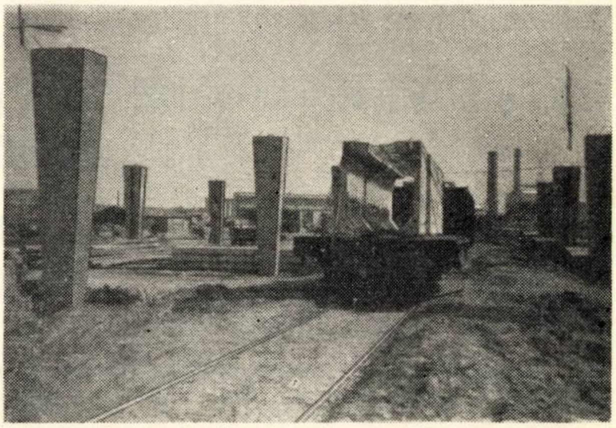


Fig. 3. Transportul elementelor chesonate la şantier în vagoane de cale ferată

Instalaţia de formare (tiparul) este prevăzută cu orificii şi racorduri de introducere a aburului şi de evacuare a condensului. Pregătirea tiparului pentru turnare — operaţiile de curăţire şi ungere — s-au executat folosind aer comprimat. Ungerea s-a făcut prin pulverizarea unui amestec de decofrol şi motorină. Prin acest mod de curăţire şi tratare s-a putut obţine o ungere uniformă şi continuă.

Armătura neprecomprimată a fost executată sub formă de carcase legate (fig. 2), care au fost montate pe tiparul pregătit pentru turnare. După aşezarea carcasei de armătură au fost introduse ţevile metalice cu care s-au realizat canalele pentru fasciculele de armătură pretensionată.

O dată cu montarea carcasei s-au poziţionat şi plăcile metalice din zonele de rezemare a ancorajelor. Betonul a fost turnat în straturi cu ajutorul unui buncăr cu descărcare treptată. Compactarea s-a realizat cu vibratoare placă şi de adîncime (pervibratoare), dîndu-se o atenţie sporită compactării betonului în zonele de rezemare a ancorajelor şi a grinzilor secundare.

Decofrarea cutiilor de realizare a fantelor de ventilaţie şi a locaşurilor de rezemare a grinzilor secundare, precum şi extragerea ţevilor s-au făcut pe betonul crud la circa 1—1,5 ore de la turnare. Suprafaţa liberă a fost finisată pe betonul proaspăt, cu un adaos uscat de ciment şi nisip în proporţie de 1/3 într-un strat de 1,5—2 mm fin drişcuit.

După o aşteptare de 3 ore de la turnare a început tratamentul termic, ridicîndu-se treptat, în circa 2 ore, temperatura la 85°C şi menţinîndu-se în regim izoterm 3 ore, după care a urmat răcirea în circa 2 ore. Pe timpul tratamentului termic, suprafaţa liberă a piesei a fost acoperită cu o prelată umedă pentru a se împiedica pierderea apei din beton.

La decofrare se îndepărtează panourile de capăt, apoi cele laterale. Elementul se prinde cu ajutorul unui dispozitiv de cele patru agrafe de ridicare şi se smulge din tipar. În această poziţie, piesa este transportată la un sistem de basculare cu ajutorul căruia este aşezată în poziţia de transport şi montaj. Transportul elementelor la şantier s-a făcut pe calea ferată. În vagoane, piesele au fost rezemate pe şipci (pene) de lemn dispuse una în faţa celeilalte ca în poziţia de asamblare şi asigurate prin legături între ele şi de vagon (fig. 3).

III. DEPOZITAREA, TRANSPORTUL ŞI MANIPULAREA ELEMENTELOR PREFABRICATE PE ŞANTIER

Stîlpii prefabricaţi au fost descărcaţi din vagoane direct pe amplasamentul halei, în dreptul şirului pe care au fost montaţi. O parte din stîlpi au fost depozitaţi într-un depozit tampon la intrarea pe şantier. Transportul la locul de montaj s-a făcut cu ajutorul unui trailer de 12 tone. Stîlpii prefabricaţi, în greutate de 4,7—9,6 t, au fost manipulaţi agăţîndu-i în cîrligul macaralei de mustăţile prevăzute în acest scop.

Elementele chesonate au fost depozitate de o parte şi de alta a căii ferate, în deschiderea în care urmau a fi utilizate la asamblare şi în depozitul tampon. Grinzile secundare de 12 m au fost depozitate în întregime într-un depozit în afara suprafeţei halei şi transportate la locul de montaj cu ajutorul unui tractor cu peridoc.

Fîşiile au fost depozitate de asemenea într-un depozit de şantier, iar o mare parte chiar pe amplasamentul halei, în deschiderea în care au fost montate.

IV. MONTAJUL STÎLPILOR PREFABRICAŢI

După turnarea fundaţiilor pahar au fost materializate axele la partea superioară a paharelor. Stîlpii prefabricaţi au fost introduşi şi fixaţi în fundaţia pahar cu ajutorul unor pene de lemn. Ulterior s-a trecut la fixarea în pene de beton, care simplifică operaţiile de betonare a stîlpilor în pahare, eliminînd manopera de recuperare a penelor şi permiţînd betonarea într-o singură etapă. După axarea şi realizarea verticalităţii s-a executat betonarea stîlpului în pahar. Pe măsură ce stîlpii au fost montaţi, s-au executat umpluturile şi compactările în jurul lor : platforma generală pînă la cota —0,50 m (umpluturi de pămînt galben) şi balastarea acesteia pînă la cota —0,25 m.

V. ASAMBLAREA GRINZILOR TUBULARE

V. 1. Executarea platformelor de asamblare

Asamblarea s-a executat la sol pe platforme din traverse ; pe un pat de balast s-au pozat la cele două extremităţi şi în dreptul rosturilor transversale cîte patru traverse în lungul grinzii pe care au fost montate cîte două traverse pe direcţia transversală a grinzii tubulare. Pentru o platformă s-au utilizat 24 de traverse. Pe cele două traverse superioare au fost fixate pene de lemn de esenţă tare, care au dus la o serie de avantaje, printre care şi introducerea uşoară a cofrajului pentru betonarea rostului median de la talpa inferioară.

Platformele astfel concepute şi realizate au format reazeme comune pentru tronsoanele adiacente rosturilor transversale, eliminîndu-se tasările şi abaterile relative din asamblare, precum şi reazeme netasabile la capetele grinzii tubulare, necesare în timpul operaţiilor de postcomprimare. Această soluţie aleasă de constructor pentru execuţia platformelor de asamblare a dus la operaţii de asamblare relativ uşoare, cu un grad sporit de siguranţă şi la o calitate ireproşabilă a lucrărilor de asamblare, precum şi la micşorarea timpului şi consumului de manoperă necesar operaţiilor de preasamblare şi a permis scurtarea grinzii tubulare în ansamblu la efectuarea postcomprimării. Imediat după precomprimare, reazemele intermediare sînt eliminate prin simpla scoatere a penelor, asigurîndu-se intrarea în lucru a greutăţii proprii. Traversele devenite libere prin înlăturarea reazemelor intermediare sînt reutilizate la următoarele platforme.

V. 2. Preasamblarea grinzilor tubulare

Elementele chesonate au fost transportate la locul de preasamblare cu ajutorul unui trailer de 12 t, amenajat special cu un rastel comun pentru două elemente. Din trailer, piesele au fost ridicate cu ajutorul unei macarale pe şenile (E 1250) şi aşezate la poziţie pe platforma de asamblare. Întrucît chesoanele au tendinţa de a se răsturna spre exterior, s-au executat sprijiniri provizorii pentru asigurarea stabilităţii la asamblare.

Trebuie menţionat că această soluţie de grindă prezintă o noutate ca tehnologie de asamblare. Elementele care formează grinda sînt fragmentate pe două direcţii în plan vertical, prin rostul median longitudinal şi prin rosturile transversale. Fixarea precisă a elementelor chesonate fără abateri le secţiunii transversale şi riparea tronsoanelor pentru a abţine rosturile de 3 cm după introducerea ştuţurilor pentru continuitatea canalelor la rosturi, au ridicat probleme tehnice şi economice noi.

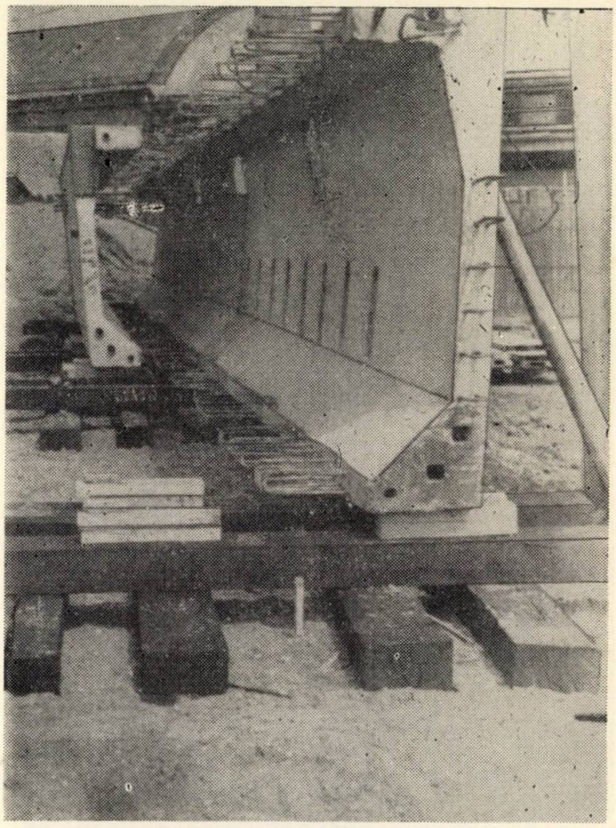


Fig. 4. Aşezarea chesonului pe platformă

Pentru eliminarea unor dificultăţi întîmpinate la operaţiile de asigurare a stabilităţii chesoanelor care alcătuiesc grinda tubulară şi în special la riparea lor pentru formarea rosturilor transversale au fost concepute şi aplicate dispozitive şi sisteme noi, care au dus, în final, la scurtarea timpului de asamblare şi la o rezolvare tehnică de calitate a acestor operaţii tehnologice.

Primul element chesonat aşezat pe platformă a fost sprijinit cu ajutorul unor piese de inventar. Al doilea element pregătit pentru asamblat (cu mustăţile de legătură îndreptate etc.) este adus în cîrligul macaralei deasupra poziţiei sale definitive şi lăsat uşor în jos pînă vine în contact cu platforma. Acestei operaţii i s-a dat o importanţă deosebită deoarece, dintr-o mică neatenţie, se poate răsturna primul element montat.

După aşezarea pe platformă a celui de al doilea cheson şi la următoarele, se introduc în golurile de pană dispozitivele de asamblare şi fixare transversală şi se corectează poziţia elementelor la dimensiunile din proiect (fig. 4).

În continuare se execută, în ordinea procesului tehnologic, următoarele operaţii :

— verificarea dimensiunilor transversale şi longitudinale ale grinzii tubulare şi eliminarea eventualelor abateri cu ajutorul dispozitivelor menţionate :

— sudarea a două perechi de mustăţi de tip Perideri, din talpa superioară şi inferioară la extremităţile fiecărui element şi eliberarea dispozitivelor de asamblare ;

— armarea zonelor din rostul median longitudinal şi fixarea panourilor de cofraj ;

— verificarea realizării continuităţii canalelor la rosturi ;

— betonarea rostului median ;

— cofrarea rosturilor transversale la exterior ;

— umplerea cu beton matat a rosturilor transversale de 3 cm.

Pentru accelerarea întăririi betonului s-a utilizat un ciment cu rezistenţe iniţiale mari (RIM). Decofrarea s-a putut astfel face într-un timp foarte scurt. Imediat după decofrare a fost finisat rostul transversal matat.

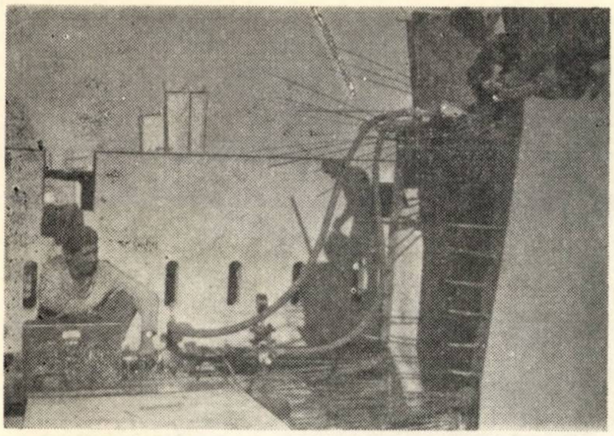


Fig. 5. Injectarea canalelor

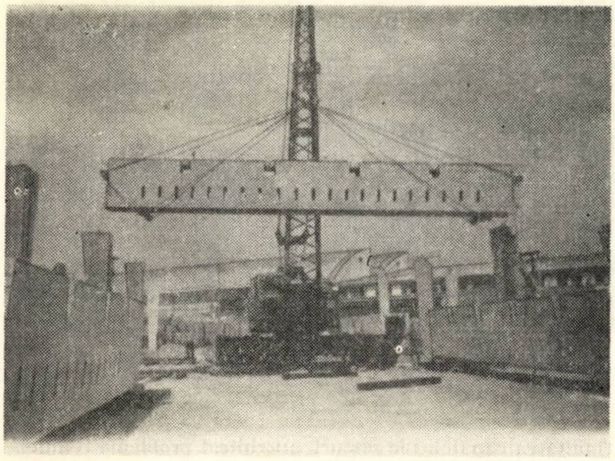
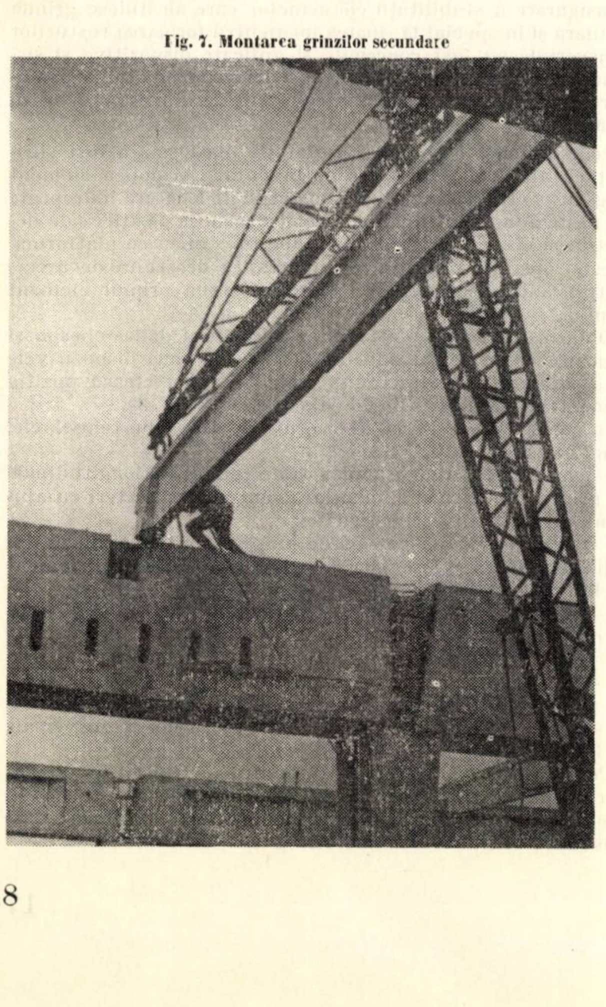


Fig. 6. Așezarea grinzilor pe stîlpi în poziție definitivă

Fig. 7. Montarea grinzilor secundare



V. 3. Precomprimarea grinzii tubulare

După un interval de circa 12–14 zile, în care betonul turnat pe șantier și-a realizat rezistența cerută la transfer, verificată prin încercări de laborator, s-au început operațiile de precomprimare. Grinda tubulară de 15 m deschidere a fost proiectată cu un număr de opt fascicule, alcătuite astfel :

4 fascicule 24 Ø 5 mm,
2 fascicule 12 Ø 5 mm,
2 fascicule 8 Ø 5 mm.

Toate fasciculele au trasee reactilinii și sînt prevăzute cu ancoraje cu dorn la un capăt și inel metalic tip INCERC la celălalt capăt. Canalele pentru fascicule sînt necăptușite, iar continuitatea în rosturile transversale s-a realizat prin utilizarea unui tip special de ștuț din tablă.

Canalele au fost curățate cu ajutorul unei instalații de aer comprimat, după care au fost introduse fasciculele și s-a trecut la tensionarea lor. Pentru confecționarea fasciculelor de armătură precomprimată s-a utilizat un oțel SBP I.

Modulul de elasticitate real determinat pe fascicule a rezultat $E_f = 1{,}85.10$ kgf/cm^2. La precomprimare s-au utilizat prese hidraulice tip Freyssinet originale pentru fasciculele de 12 Ø 5 mm și prese de fabricație TUG București pentru cele de 24 Ø 5 mm. Presele au fost acționate cu pompe hidraulice manuale. După circa 24 de ore de la tensionarea fasciculelor și intrarea în lucru a greutății proprii a grinzii s-au efectuat operațiile de injectare a canalelor (fig. 5).

Injectarea a fost controlată cu multă grijă, întrucît umiditatea în care vor fi exploatate grinzile tubulare este destul de ridicată și ca urmare protecția armăturii postcomprimate a cerut atenție din partea proiectantului și a executantului. Cu circa 90 de minute înainte de injectarea fiecărui fascicul, canalul a fost umplut și spălat cu apă, care a fost apoi evacuată cu ajutorul aerului comprimat.

Rețeta pentru mortarul de injectare a fost stabilită pe bază de încercări preliminare efectuate de laborator, utilizînd ciment PZ 400 și RIM. S-a preferat cimentul RIM, care la aceste canale relativ scurte (15 m) a putut fi utilizat și care a permis ridicarea grinzilor tubulare după 72 de ore de la terminarea injectării.

Mortarul a fost preparat cu ajutorul unui agitator vertical cu 1 500 rot/min și introdus în canale cu o electropompă de injectare de tip Freyssinet. S-a urmărit ca fluiditatea amestecului, măsurată cu pîlnia indicată în normativul C 21–62 după o malaxare de 8 minute, să se încadreze în jurul a 30 de secunde. Verificarea fluidității s-a făcut și la ieșirea mortarului din canal în capătul opus, pentru a se stabili valoarea reală a fluidității amestecului, care poate fi influențată de eventualele cantități de apă rămase în canal.

Pentru aceeași fluiditate s-a determinat cantitatea de apă care s-a separat prin sedimentare și care nu a depășit valoarea 1,5%. Coeficientul de variație (*Cv*), calculat pentru probele de control încercate la 7 și 28 de zile de la confecționare, are valori sub 10% (STAS E 7181–65), iar coeficientul de omogenitate (*Kb*) este egal cu 0,85, valori pe baza cărora se apreciază calitatea foarte bună a amestecului de injecție utilizat.

VI. MONTAREA GRINZILOR TUBULARE

Grinzile tubulare au fost asamblate în poziții din care printr-o simplă rotire la 90° și ridicare, au fost așezate pe stîlpi în poziție definitivă (fig. 6). Constructorul a conceput pentru ridicare un dispozitiv original de agățare a grinzii tubulare (fig. 6), alcătuit din două role din țeavă metalică, două grinzi din profil I căptușite cu traverse și un cablu compus, dublu, construcție normală 6 × 19 cu diametrul de 23 mm și rezistența la rupere $\delta_r = 180$ kgf/mm^2.

Cablul a fost realizat sub forma a două inele care se fixează în diagonală în raport cu fața superioară a grinzii tubulare și care se trec după capetele rolelor dispozitivului. Prin sistemul ales s-a urmărit să se asigure stabilitatea grinzii tubulare în timpul ridicării, simplificarea operațiilor de prindere în cîrlig și pe cît posibil îmbunătățirea stării de eforturi în grindă pe timpul ridicării ei (fig. 6).

La manipulările pentru montare, grinda tubulară lucrează ca simplu rezemată și cu un efect de precomprimare „provizorie" spre talpa superioară. Ca utilaj de montaj a fost folosită o macara K–401, care la săgeata de 15 m asigură

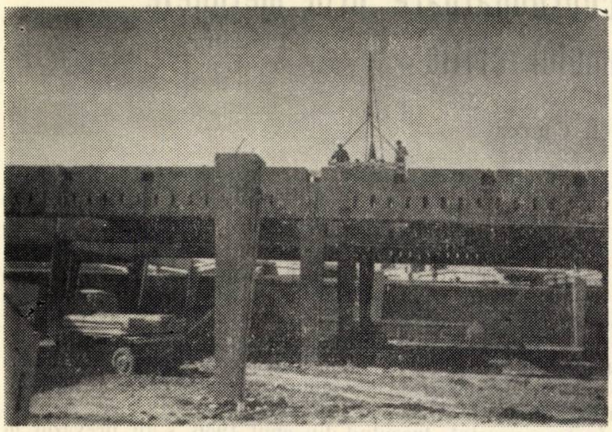


Fig. 8. Montarea fîşiilor cu goluri

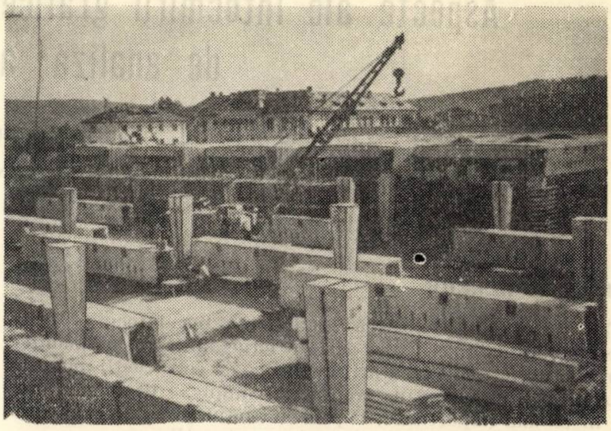


Fig. 9. Aspectul general al şantierului

ridicarea grinzii tubulare în greutate de 30,6 t. Fluxul de montaj a fost dirijat pentru a se deschide imediat front liber montării grinzilor secundare, fîşiilor cu goluri, începerii lucrărilor la izolaţia acoperişului şi a lucrărilor la pardoseli şi canale de aer în pardoseli (fig. 9).

Pentru rezemarea spaţială a grinzii tubulare s-au utilizat pene duble din lemn de esenţă tare fixate într-o poziţie care să permită matarea reazemelor şi scoaterea ulterioară a lor.

Grinzile secundare au fost montate cu ajutorul unor macarale E 1250, iar pentru montarea fîşiilor cu goluri s-au utilizat opt macarale Pioner de 0,5 şi 0,75 t capacitate de ridicare, cu care s-au montat peste 12 000 de fîşii (fig. 7, 8).

VII. TOLERANŢE REALIZATE LA MONTAJUL HALEI

În execuţia fundaţiilor pahar s-au înregistrat abateri maxime în limitele $a = \pm 1{,}5$ cm faţă de axele teoretice ale şirurilor de stîlpi, ceea ce a permis un montaj al stîlpilor de foarte bună calitate.

La releveul făcut după plantarea tuturor stîlpilor în fundaţiile pahar şi trasarea axelor pe capătul superior al fiecărui stîlp (necesar la montarea grinzilor tubulare cît mai exact şi pentru evitarea cumulării eventualelor greşeli etc.), s-au constatat abateri de montaj de maximum ±0,5 cm, şi numai la trei stîlpi izolaţi au fost găsite abateri de 2,5 cm ca urmare a unor greşeli evidente la plantarea lor.

Avînd stabilite abaterile efectiv realizate ale axelor stîlpilor faţă de axele teoretice după cele două direcţii principale ale halei, montajul acoperişului a putut fi condus cu competenţă şi s-a ştiut ce corectări din montaj trebuie făcute pentru a se obţine aliniamente perfecte la feţele văzute ale grinzilor tubulare şi asigurarea rezemării panelor pe minimum 11,5 cm.

Astfel a existat posibilitatea eliminării cumulurilor de abateri provenite din variaţia lungimii grinzilor secundare (panelor), deschiderilor reale rezultate din montaj între reazemele acestora, asigurîndu-se preventiv calitatea rezemării elementelor prefabricate în condiţiile prevăzute de proiect.

VIII. EXECUŢIA IZOLAŢIILOR TERASEI ACOPERIŞULUI

Izolaţiile termice şi hidrofuge au fost executate în subantrepriză de Întreprinderea 3 izolaţii Bucureşti.

Lucrările proiectate au fost executate pentru prima dată în ţara noastră şi au constat din aplicarea următoarelor straturi componente :

— beton de pantă (beton uşor de granulit) ;

— mortar de egalizare în grosime de circa 1,5 cm ;

— bariera de vapori executată din două straturi de bitum aplicat la cald şi un strat de carton asfaltat ;

— polistiren expandat sub formă de plăci în grosime de 3,5 cm montate peste bariera de vapori cînd bitumul are o temperatură de 60—70° ;

— plăci de beton celular autoclavizat care formează stratul suport pentru izolaţia hidrofugă ;

— ţevi perforate de 1″ montate în rosturile executate între plăcile de beton celular autoclavizat cu rol de a permite „respiraţia" izolaţiei termice ;

— izolaţia hidrofugă executată cu materiale din import în trei straturi : un strat de hîrtie perforată „Perfo", un strat de „Paraver" 127 şi un strat „Veral" 407.

IX. UNELE CONCLUZII REIEŞITE LA EXECUŢIA ACESTEI STRUCTURI NOI DE HALĂ BLINDATĂ

Organizarea şantierului de montaj

Se impune ca montajul să înceapă după executarea unei platforme generale, a spaţiilor de depozitare şi a obiectelor de organizare necesare. Tehnologia de execuţie trebuie stabilită în amănunt şi din timp, iar planificarea executării lucrărilor să fie făcută după metode moderne, de preferinţă metoda drumului critic, care duce la rezultate remarcabile. Întreaga concepţie de organizare a şantierului trebuie să se sprijine pe o bază ştiinţifică privind organizarea muncii şi a producţiei pe un şantier de construcţii-montaj. Livrarea planificată pe sortimente, ritmică, a prefabricatelor şi a celorlalte materiale sau utilaje, în concordanţă cu tehnologia de execuţie adoptată, se impune ca una din cele mai importante condiţii pentru asigurarea unui ritm înalt de montaj, evitarea stagnărilor şi respectarea termenelor stabilite pentru terminarea execuţiei lucrărilor.

Coordonarea execuţiei elementelor la fabrica de prefabricate, cu transportul şi sosirea lor pe şantier într-o succesiune tehnologică raţională este condiţia de bază în asigurarea rentabilităţii de execuţie a oricărei structuri prefabricate şi în special a acestei structuri noi, la care şantierul se transformă într-un şantier de montaj.

Calitatea finisajelor structurii prefabricate

Experimentul care s-a realizat la execuţia prefabricatelor pentru această hală, transportul, manipularea şi montajul îngrijit al acestora pe şantier au dus la eliminarea tencuielilor pe elementele prefabricate (executîndu-se doar un volum redus de rectificări) şi au demonstrat realele posibilităţi care există pentru generalizarea rezultatelor pozitive obţinute cu această ocazie. Un factor pozitiv l-a constituit în această încercare reuşită conjugarea eforturilor proiectantului, unităţii de prefabricate şi antreprenorului general spre aceleaşi obiective, pe parcursul întregii execuţii.

Tehnologia de asamblare a grinzilor tubulare şi a montajului acestora

Operaţiile tehnologice şi cerinţele tehnice necesare asamblării grinzilor tubulare alcătuite din elemente chesonate postcomprimate răspund în mod fericit la realizarea unui ritm înalt de execuţie şi de industrializare a execuţiei lucrărilor pe şantierele de construcţii-montaj.

Tehnologia de execuţie folosită la prima hală de la filatura nouă Iaşi s-a dovedit raţională şi rentabilă, găsindu-şi astfel o justificare economică concretă.

Folosirea procedeului de preasamblare la sol pe platforme alcătuite ca în prezentarea de faţă, cu un amplasament bine studiat, cu utilizarea dispozitivelor şi procedeelor noi aplicate a creat posibilităţi suplimentare de utilizare pe scară largă a acestui sistem nou de structură prefabricată precomprimată.

Aspecte ale întocmirii graficelor coordonatoare prin metodele de analiză a drumului critic

Ing. J. Aurian, ing. I. Giurea

INCERC

I. INTRODUCERE

În ultimii ani, folosirea graficelor rețea întocmite prin metoda drumului critic a găsit o largă aplicare la planificarea și urmărirea executării lucrărilor de construcții-montaj. Aplicațiile s-au extins treptat la complexe de lucrări din ce în ce mai importante, cuprinzînd numeroase obiecte care se execută pe marile șantiere de construcții.

S-a constatat că avantajul metodei este cu atît mai mare, cu cît se urmăresc ansambluri cît mai mari, astfel încît modelul de planificare să se apropie cît mai mult de situația reală, prin includerea unui mare număr de restricții între activități și de legături cu organizațiile colaboratoare.

Într-adevăr, la realizarea lucrărilor pe marile șantiere participă un mare număr de organizații de execuție. Pe lîngă antreprenorul general, lucrările se execută de subantreprize de specialitate pentru : instalații, montaje, rețele edilitare, drumuri etc. Adeseori, în cadrul organizației antreprenorului general există subunități specializate pentru : structuri, finisaje etc.

De asemenea, la realizarea lucrărilor concură, în afară de organizațiile de execuție, și alte unități ca : organizații de proiectare, furnizori de materiale sau utilaje tehnologice etc.

Coordonarea activităților tuturor acestor organizații și unități trebuie să aibă la bază un grafic general de execuție, La întocmirea graficelor rețea, prin metoda drumului critic pentru asemenea lucrări, apar probleme complexe, întrucît lucrările de pe marile șantiere trebuie privite ca alcătuind un *sistem.*

Înțelesul noțiunii ,,sistem'' este acela adoptat în teoria sistemelor, deci el constă din mulțimea obiectelor și activităților inclusiv legăturile dintre ele și este influențat și influențează la rîndul său ,,mediul înconjurător'', care cuprinde un număr mare de organizații și acțiuni.

Obiectele de pe un șantier nu se execută izolat. Există, din punctul de vedere al execuției, o interdependență, nu numai între activitățile dintr-un grafic rețea pe obiect, dar și între activitățile din cadrul diferitelor obiecte de construcții sau chiar între obiecte.

Aceste interdependențe pot fi stabilite pe criterii funcționale, tehnologice sau organizatorice.

Legăturile funcționale se referă la condițiile de dare în folosință a diferitelor obiecte. La complexe industriale, aceste legături exprimă necesitatea executării obiectelor în succesiunea cerută de procesul tehnologic de fabricație.

Legăturile tehnologice exprimă condițiile impuse de tehnologia de execuție.

Legăturile organizatorice rezultă din necesitatea folosirii eficiente a resurselor, adică folosirea lor continuă, completă și uniformă.

Spre a se reprezenta într-un model ansamblul acestor situații astfel încît să se poată asigura coordonarea tuturor activităților de pe șantierele complexe sau pentru realizarea integrală a investițiilor, apare necesitatea integrării diferitelor grafice rețea parțiale într-un grafic rețea coordonator.

Graficul rețea coordonator, elaborat pe baza metodei drumului critic, constituie instrumentul indicat și folosit în prezent pe scară din ce în ce mai mare, pentru coordonarea executării lucrărilor de construcții-montaj, mergînd pînă la planificarea realizării investițiilor pe regiuni, pe anumite perioade de perspectivă.

Elaborarea graficelor rețea coordonatoare la nivelul șantierelor și investițiilor implică o analiză prealabilă amănunțită a problemelor organizatorice și tehnologice, care condiționează desfășurarea eficientă a lucrărilor și realizarea acestora în termenele cele mai scurte, precum și aplicarea unor procedee și metode corespunzătoare.

La simpozionul ce a avut loc în perioada 3—7 aprilie 1967 la Leipzig, consacrat aplicării metodei drumului critic în construcții, în referatele prezentate s-a scos în evidență în mod deosebit importanța folosirii graficelor rețea la planificarea investițiilor, la planificarea complexelor de lucrări de pe marile șantiere și la conducerea organizațiilor de construcții-montaj.

În țara noastră, începînd din anul 1966, s-au prevăzut în planul de cercetări în construcții teme privind studii și experimentări pentru perfecționarea planificării și organizării operative a lucrărilor de construcții-montaj. S-a pus problema aplicării metodei drumului critic la întocmirea graficelor rețea coordonatoare pentru execuția complexelor de lucrări la nivelul șantierelor și coordonarea conducerii lucrărilor la nivelul marilor organizații de construcții-montaj.

În scopul rezolvării acestor teme s-au făcut studii și experimentări pe diferite șantiere de construcții. Astfel, în anul 1966, în colaborare cu C.P.M.B-D.G.C.M, s-a experimentat folosirea graficelor rețea coordonatoare la executarea rețelelor edilitare într-un cvartal de locuințe din ansamblul de locuințe B-dul Păcii-Armata Poporului.

În anii 1966—1967 s-au făcut experimentări pe marile șantiere de construcții, din care menționăm următoarele șantiere : Uzina Policolor-Bucureși și Fabrica de tuburi de gresie-București.

Experimentările s-au făcut de INCERC în colaborare cu MCICR-Direcția tehnică la șantierul Uzina Policolor-București și cu MIC-D.G.C.M.-Trustul 1 construcții — la șantierul Fabrica de tuburi de gresie-București.

S-a studiat și aplicarea în proiectare, în fază de STE, a graficelor rețea coordonatoare, pentru stabilirea duratelor de realizare a complexelor de lucrări de construcții-montaj, elaborîndu-se în acest scop un îndrumător. În acest domeniu s-au făcut experimentări în colaborare cu IPROSIN, întocmindu-se în fază de STE, prin metoda drumului critic, graficul rețea coordonator directiv pentru investiția Fabrica de fire și fibre poliesterice-Iași.

Studiile și experimentările efectuate de INCERC, cu colaborarea principalelor organizații de execuție, s-au dezvoltat pe două linii :

— precizarea metodelor de elaborare a graficelor rețea coordonatoare cu optimizarea timpului ;

— studiul metodelor de optimizare a folosirii resurselor.

În problema graficelor rețea coordonatoare s-a elaborat o metodologie pentru folosirea acestora la planificarea și executarea complexelor de lucrări la nivelul șantierelor.

În problema alocării resurselor s-au elaborat indicații și un model pentru complexe de lucrări alcătuite din obiecte de același tip, care se execută în serie și se continuă studiul problemei generale.

În cele ce urmează se prezintă unele aspecte caracteristice privind întocmirea graficelor rețea coordonatoare și anume probleme legate de :

— modul de reprezentare a activităților în graficul rețea coordonator ;

— integrarea graficelor rețea ;

— condensarea graficelor rețea ;

— actualizarea graficului rețea coordonator, precum și unele date rezultate din experimentările făcute.

II. MODUL DE REPREZENTARE A ACTIVITĂȚILOR ÎN GRAFICUL REȚEA COORDONATOR

Ca și în cazul graficelor rețea pe obiecte, reprezentarea activităților în graficul rețea coordonator se poate face fie pe nodurile rețelei (A.N.), fie prin arce.

În ambele aceste forme de reprezentare a activităților se consideră că o activitate poate începe numai după terminarea tuturor activităților precedente.

La majoritatea lucrărilor de construcţii, activităţile prezintă însă un anumit grad de suprapunere. Astfel, înainte de a termina tot cofrajul unui planşeu se pot începe lucrările de armare; de asemenea, înainte de terminarea completă a montării armăturilor, adică după ce s-a creat un front de lucru suficient de mare, se poate începe turnarea betonului.

Pentru a putea reda în graficele reţea cu activităţile reprezentate prin una din metodele menţionate, suprapunerea activităţilor din cadrul unui obiect de construcţii, este necesară împărţirea activităţilor în mai multe părţi, ceea ce duce la grafice reţea complicate, avînd un număr mare de activităţi.

Dacă considerăm un ansamblu de lucrări bine determinate, atunci intervalele de suprapunere a diferitelor activităţi variază în general în funcţie de detalierea adoptată.

La un grad mare de detaliere, prin împărţirea lor în multe părţi, intervalele de suprapunere vor fi mici, în timp ce la un grad de detaliere mic, suprapunerile vor avea o mărime apreciabilă.

Pentru a reprezenta în graficul reţea suprapunerea activităţilor fără subîmpărţirea lor se pot folosi următoarele metode de reprezentare perfecţionate: metoda potenţialelor (P), în cazul reprezentării activităţilor pe nodurile reţelei şi scara tehnologică, în cazul reprezentării activităţilor prin arce. Aceste metode de reprezentare a activităţilor oferă posibilitatea de a reprezenta procesul tehnologic mult mai concentrat şi a evidenţia suprapunerea activităţilor.

Întrucît reţelele P şi scara tehnologică au fost mai puţin utilizate, se prezintă în cele ce urmează unele elemente caracteristice ale acestora.

Metoda potenţialelor (P)

Pentru exemplificarea modului de reprezentare a activităţilor pe nodurile reţelei prin metoda potenţialelor (P), se prezintă în figura 1 un grafic reţea cu o astfel de reprezentare.

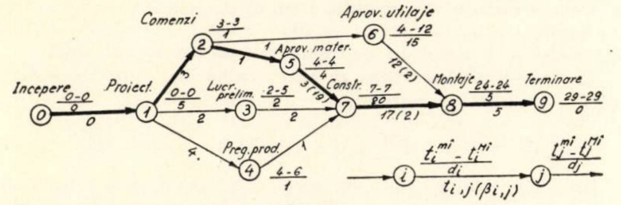


Fig. 1

Activităţile sînt reprezentate pe nodurile reţelei, iar legăturile dintre activităţi, prin arce.

i, j sînt codurile activităţilor;

t_i^{mi}, t_j^{mi} — termenele minime de începere;

t_i^{Mi}, t_j^{Mi} — termenele maxime de începere;

$t_{i,j}$ — intervalul de timp între începerea activităţilor i, j;

$\beta_{i,j}$ — intervalul de timp între terminarea activităţilor;

d_i, d_j — duratele activităţilor.

Sub arcul de legătură dintre două activităţi succesive i şi j se înscrie intervalul de timp $t_{i,j}$ între începerea activităţii i şi începerea activităţii j.

În cazul activităţilor interdependente, pe tot parcursul de executare se înscrie sub arcul de legătură dintre activităţi şi intervalul de timp între terminarea lor ($\beta_{i,j}$).

Termenul minim de începere a activităţii j, adică t_j^{mi} se calculează cu formula

$$t_j^{mi} = \max_i \left(t_i^{mi} + t_{i,j}\right) \qquad (i < j), \tag{1}$$

iar termenul maxim de începere a activităţii i adică t_i^{Mi} cu formula:

$$t_i^{Mi} = \min_j \left(t_j^{Mi} - t_{i,j}\right). \tag{2}$$

Pentru stabilirea justă a lui $t_{i,j}$, ţinem seamă că există următoarele situaţii posibile:

a) *Execuţia integrală a activităţii j depinde numai de execuţia parţială a activităţii i.*

În această situaţie înseamnă că activitatea i poate fi împărţită în două subactivităţi: i_1, de care depinde activitatea j şi i_2, de care nu depinde activitatea j.

Durata subactivităţii i_1 reprezintă distanţa între începerea activităţii i şi începerea activităţii j. Notînd cu d_{i1} durata subactivităţii i_1, intervalul de timp între începerea activităţilor i şi j este:

$$t_{i,j} = d_{i1}. \tag{3}$$

b) *Activităţile i şi j sînt interdependente din punct de vedere tehnologic pe toată durata de executare a lor.*

În acest caz există asemenea legături între termenele de începere şi terminare ale celor două activităţi, încît să se asigure între activităţi un anumit interval minim impus de condiţii tehnologice.

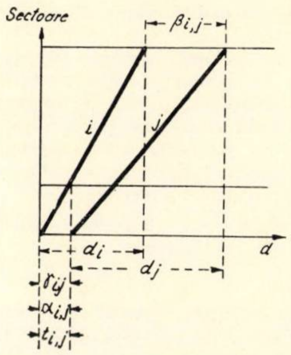


Fig. 2

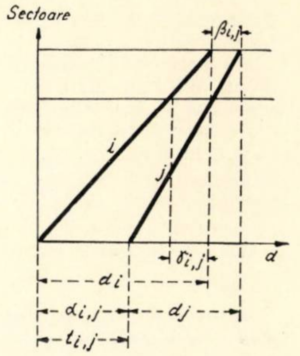


Fig. 3

Se introduc următoarele notaţii:

— $\alpha_{i,j}$ este intervalul de timp între începerea activităţii i şi j;

— $\beta_{i,j}$ — intervalul de timp între terminarea lor;

— $\gamma_{i,j}$ — intervalul minim de timp între cele două activităţi;

— d_i şi d_j — duratele activităţilor.

$\gamma_{i,j}$ este intervalul minim dintre cele două activităţi rezultat din condiţii tehnologice, astfel încît activitatea a doua să aibă disponibil frontul minim de lucru necesar. Acest interval reprezintă durata de execuţie a primei activităţi pe un sector de lucru, sectorul de lucru fiind astfel determinat încît, prin executarea primei activităţi pe acest sector, să se creeze frontul de lucru minim necesar pentru activitatea a doua.

În cazul cînd d_i este mai mic decît d_j, $\gamma_{i,j}$ este egal cu intervalul dintre începerea activităţilor pe primul sector (fig. 2).

În cazul cînd d_i este mai mare decît d_j, $\gamma_{i,j}$ este intervalul dintre începerea celor două activităţi pe ultimul sector de lucru (fig. 3).

Intervalele de timp dintre activităţi se calculează cu următoarele formule, în ipoteza asigurării continuităţii executării ambelor activităţi:

În cazul cînd $d_i < d_j$

$$\left.\begin{aligned} t_{i,j} &= \alpha_{i,j} = \gamma_{i,j} \\ \beta_{i,j} &= \gamma_{i,j} + d_j - d_i, \end{aligned}\right. \tag{4}$$

În cazul cînd $d_i > d_j$

$$\left.\begin{aligned} t_{i,j} &= \alpha_{i,j} = \beta_{i,j} + d_i - d_j = \gamma_{i,j} \frac{d_j}{d_i} + d_i - d_j \\ \beta_{i,j} &= \gamma_{i,j} \frac{d_j}{d_i}. \end{aligned}\right. \tag{5}$$

În ambele cazuri, în afară de intervalul minim tehnologic $\gamma_{i,j}$, pot interveni şi anumite pauze impuse de condiţii tehnologice speciale $\delta_{i,j}$ (de exemplu: întărirea betonului). În această situaţie se adaugă la valorile lui $\alpha_{i,j}$ şi $\beta_{i,j}$ şi valoarea lui $\delta_{i,j}$.

c) *Activitatea j începe la terminarea activităţii i*

În acest caz intervalul de timp între începerea activităţii i şi începerea activităţii j este egal cu durata activităţii i

$$t_{i,j} = d_i. \tag{6}$$

Scara tehnologică

În figura 4 se prezintă forma de reprezentare în scară tehnologică a activităţilor sucesive *i* şi *j*, activităţile fiind reprezentate prin arce. În acest caz, activităţile succesive în procesul tehnologic reprezintă lanţuri întregi.

Arcele verticale reprezintă intervalul de timp dintre începerea sau terminarea activităţilor. Aceste intervale rezultă din condiţiile tehnologice de succesiune în procesul tehnologic ($\gamma_{i,j}$) şi se calculează cu aceleaşi formule ca la metoda potenţialelor (4, 5).

Modul de reprezentare a restricţiilor de tipuri speciale

Metoda potenţialelor are avantajul de a permite reprezentarea şi a altor tipuri de restricţii decît cele reprezentate în graficul reţea din figura 1. Pe lîngă restricţiile obişnuite din acest grafic reţea, şi anume:

a) o activitate poate începe cel mai devreme după terminarea altor activităţi;

b) o activitate poate începe cel mai devreme după un anumit interval de timp de la începerea altor activităţi; se pot lua în considerare şi următoarele tipuri de restricţii:

c) o activitate trebuie să înceapă cel mai tîrziu după un anumit interval de timp de la începerea altor activităţi;

d) o activitate trebuie să înceapă exact după un anumit interval de timp de la începerea altor activităţi.

Pentru introducerea în graficele reţea a acestor restricţii se folosesc anumite moduri de reprezentare.

Astfel:

Prin introducerea arcului de legătură orientat de la activitatea *j* către activitatea *i* pe care se înscrie intervalul de timp $-t^*_{i,j}$ (fig 5), s-a introdus restricţia de la punctul c de mai sus, şi anume că activitatea *j* trebuie să înceapă cel mai tîrziu după intervalul de timp $t^*_{i,j}$ de la începerea activităţii *i*.

Se pot introduce în graficul reţea şi combinaţii ale restricţiilor de la punctele a şi b cu restricţia de la punctul c.

Astfel:

Prin introducerea arcului de legătură orientat de la activitatea *i* către activitatea *j*, pe care s-a înscris intervalul de timp $t_{i,j}$ şi a arcului orientat de la activitatea *j* către activitatea *i*, pe care s-a înscris intervalul de timp $t^*_{i,j}$ (fig. 6), s-au introdus restricţiile de la punctele b şi c. Activitatea *j* poate începe cel mai devreme după intervalul de timp $t_{i,j}$ de la începerea activităţii *i* şi trebuie să înceapă cel mai tîrziu după intervalul de timp $t^*_{i,j}$ de la începerea activităţii *i*. S-a pus deci restricţia ca activitatea *j* să înceapă într-un anumit interval de timp.

În cazul cînd intervalele de timp $t_{i,j}$ şi $t^*_{i,j}$ sînt egale ($t_{i,j} = t^*_{i,j}$), se realizează restricţia de la punctul d şi anume: activitatea *t* începe exact după intervalul de timp $t_{i,j}$ de la începerea activităţii *i* (fig. 7).

Dacă intervalele de timp $t_{i,j}$ şi $t^*_{i,j}$ sînt egale cu zero (fig. 8), restricţia este că ambele activităţi *i* şi *j* trebuie să înceapă în acelaşi timp.

Se menţionează că prin introducerea acestor restricţii se formează un ciclu.

În acest caz, condiţiile logice impun ca suma algebrică a celor două intervale de timp să fie mai mică sau egală cu zero:

$$t_{i,j} - t^*_{i,j} \leqslant 0$$

De exemplu:

Restricţiile puse în graficul reţea din figura 9, ca activitatea *j* să poată începe după intervalul de timp 6 de la începerea activităţii *i* şi să înceapă cel mai tîrziu după intervalul de timp 8 de la începerea aceleiaşi activităţi, sînt posibile. În acest caz, avem:

$$t_{i,j} - t^*_{i,j} = 6 - 8 = -2 < 0.$$

În cazul cînd în locul intervalului de timp — 8 s-ar introduce intervalul de timp — 4, această restricţie nu ar fi posibil de realizat, întrucît, datorită celeilalte restricţii, activitatea *j* poate începe numai după intervalul de timp 6 de la începerea activităţii *i*. În acest caz, suma intervalelor de timp din ciclu ar fi pozitivă

$$t_{ij} + t^*_{i,j} = 6 - 4 = 2 > 0.$$

Calculul termenelor

Datorită numărului mare de legături determinate de restricţiile ce se pot introduce în acest fel de grafice reţea, calculul termenelor prezintă anumite particularităţi [1].

Pentru exemplificare se prezintă în cele ce urmează un procedeu intuitiv pentru calculul termenelor din graficul reţea din figura 10.

Se menţionează însă că metodele curente de calcul folosesc proprietăţile generale ale grafelor, cu ajutorul cărora B. Roy a elaborat algoritme iterative, care rezolvă complet problema, atît în cazul graficelor aciclice, cît şi pentru grafice cu legături cu valori negative.

Printr-un calcul progresiv se calculează mai întîi termenele minime de începere a activităţilor, exclusiv a activităţii finale, fără să se ţină seamă de legăturile cu valori negative.

Pentru calculul termenului final al proiectului se introduce în graficul reţea o activitate fictivă finală, termenul minim de începere a acesteia corespunzînd cu termenul final.

La stabilirea acestuia se ţine seamă de duratele activităţilor, folosind formula:

$$t_n^{mi} = \max (t_i^{mi} + d_i) \quad i = [1,2 \ldots (n-1)] \qquad (7)$$

n fiind activitatea finală. În acest scop este necesară introducerea în graficul reţea a unor arce suplimentare între activităţile din grafic şi activitatea finală, pentru care suma ($t_i^{mi} + d_i$) este maximă.

Acestor arce li se dau durate egale cu duratele activităţilor respective şi sînt avute în vedere la calculul termenului minim de începere a activităţii finale, deci a termenului final. Se verifică dacă termenele minime de începere calculate trebuie să fie modificate, ţinînd seamă de restricţiile introduse prin arcele cu valori negative şi se introduc în graficul reţea legă-

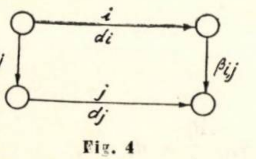


Fig. 4

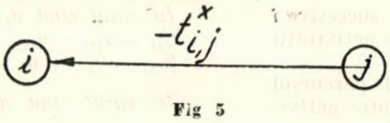


Fig 5

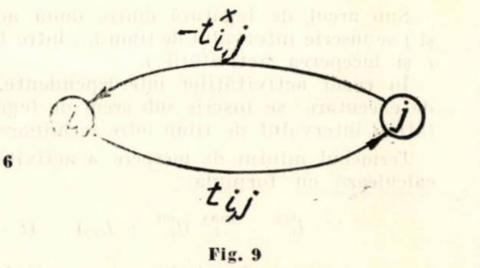


Fig. 6

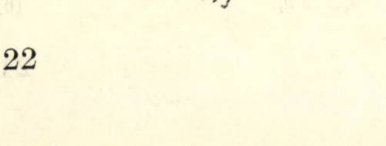


Fig. 7

Fig. 8

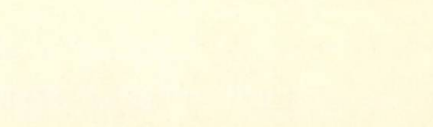


Fig. 9

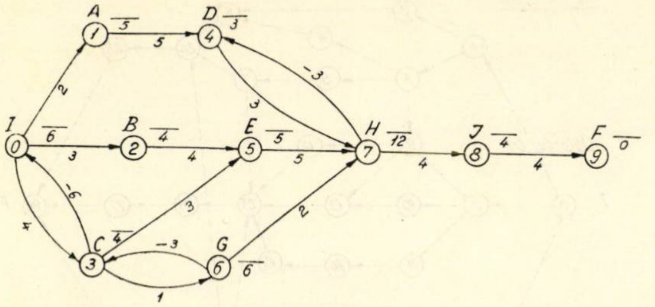


Fig. 10

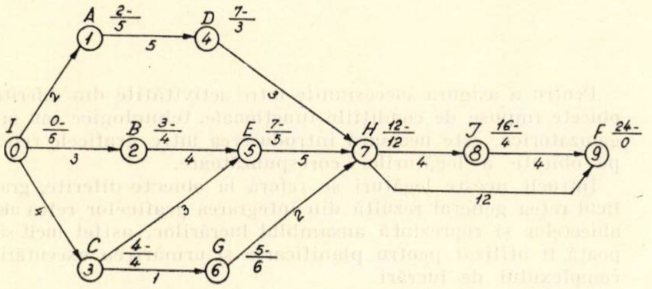


Fig. 11

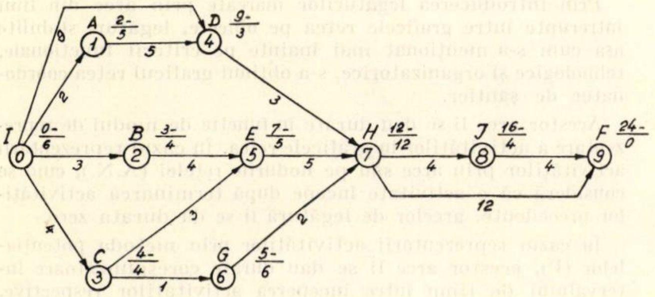


Fig. 12

turile necesare pentru realizarea termenelor minime de începere impuse de aceste restricții.

Urmează calculul termenelor maxime de începere, care se face printr-un calcul regresiv, plecînd de la termenul final.

Ca și la calculul termenelor minime de începere, se calculează la început termenele maxime de începere, fără a se ține seamă de arcele cu valori negative. Se verifică apoi dacă acestea trebuie modificate pentru a ține seamă de restricțiile puse prin arcele cu valori negative, introducîndu-se la nevoie legăturile necesare pentru realizarea restricțiilor. Urmează calculul termenelor maxime definitive, ținînd seamă și de legăturile introduse.

Fiind calculate termenele minime și maxime de începere și cunoscînd duratele activităților, se pot calcula și termenele minime și maxime de terminare, precum și rezervele de timp.

Calculul termenelor minime de începere și terminare

În prima etapă s-au calculat termenele minime de începere a activităților, exclusiv al activității finale, ținînd seama numai de legăturile cu valori pozitive (fig. 11).

S-a calculat apoi suma ($t_i^{m\hat{\imath}} + d_i$) pentru toate activitățile și a rezultat că suma maximă corespunde activității 7

$$\max (t_i^{m\hat{\imath}} + d_i) = t_7^{m\hat{\imath}} + d_7 = 12 + 12 = 24$$

$$(i = 0, 1, \ldots\ldots, 8)$$

S-a introdus, între activitatea 7 și activitatea finală, arcul suplimentar (7—9) avînd durata 12 egală cu durata activității 7. Ținînd seamă și de acest arc suplimentar a rezultat termenul minim de începere a activității fictive finale și deci termenul final

$$t_7^{m\hat{\imath}} = t_7^{m\hat{\imath}} + d_7 = 24.$$

În etapa următoare s-a verificat dacă cele trei legături cu valori negative au avut vreo influență asupra termenelor minime de începere calculate.

Legătura (0—3), (—6) nu a avut nici o influență asupra termenului minim de începere calculat pentru activitatea 3 și anume termenul 4, deoarece activitatea 3, potrivit restricției introduse, trebuie să înceapă cel mai tîrziu la termenul 6.

Legătura (3—6), (—3) nu a influențat termenul minim de începere a activității 6 și anume termenul 5, care, potrivit restricției introduse, trebuie să fie cel mult 7.

Legătura (4—7), (—3) a influențat termenul minim de începere a activității 4, care trebuie să fie cel puțin 9 în loc de 7.

Pentru obținerea acestui termen s-a introdus în graficul rețea (fig. 12) arcul suplimentar (0—4) cu durata 9 și s-au

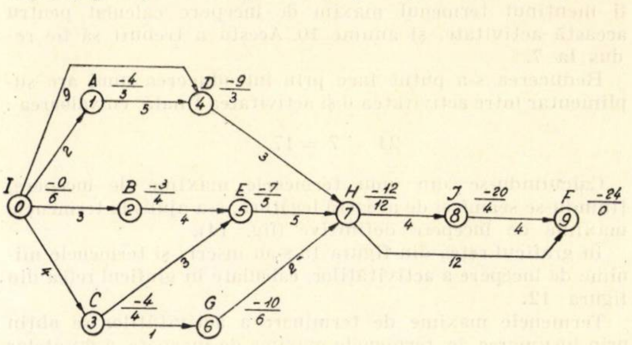


Fig. 13

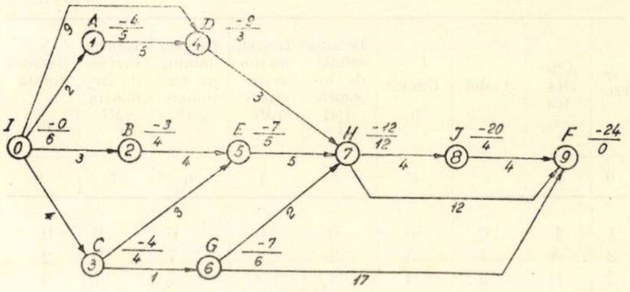
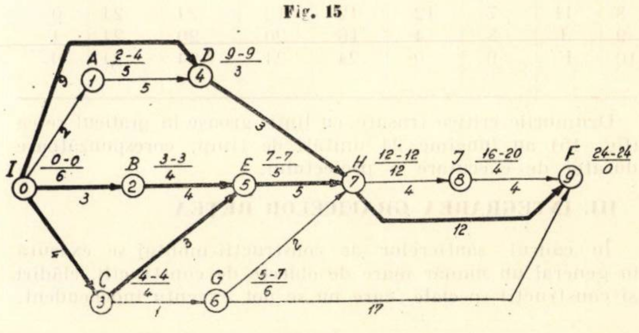


Fig. 14

Fig. 15



recalculat termenele minime de începere a activităților ținînd seamă și de această legătură.

În acest fel s-a înlocuit modul de prezentare a graficului rețea din figura 10, cuprinzînd și arce cu valori negative, cu un grafic rețea avînd numai arce cu valori pozitive, cu restricții echivalente privind succesiunea activităților.

Prin însumarea duratelor activităților la termenele minime de începere se obțin termenele minime de terminare a activităților.

Calculul termenelor maxime de începere și terminare

Ca și în metodele obișnuite, termenele maxime de începere a activităților se obțin prin calcul regresiv, pornind de la termenul final al proiectului.

Termenul final este același cu termenul minim și maxim de începere sau terminare a activității fictive finale și anume 24.

Ca și la calculul termenelor minime de începere s-au considerat mai întîi numai arcele cu valoare pozitivă. În figura 13 se prezintă graficul rețea, fără arcele cu valori negative, în care s-au calculat și înscris termenele maxime de începere.

Se menționează că în acest grafic rețea apar și arcele pozitive (0—4) și (7—9), introduse la calculul termenelor minime de începere pentru a se ține seamă de restricțiile impuse.

S-a verificat apoi dacă cele trei legături cu valori negative au avut vreo influență asupra termenelor maxime de începere calculate și s-au constatat următoarele :

Legăturile (0—3), (—6) și (4—7), (—3) nu au avut nici o influență asupra termenelor maxime de începere calculate.

Legătura (3—6), (—3) a avut influență asupra termenului maxim de începere a activității 6, care trebuia să înceapă cel mai tîrziu la termenul 7, ceea ce nu era posibil dacă s-ar fi menținut termenul maxim de începere calculat pentru această activitate, și anume 10. Acesta a trebuit să fie redus la 7.

Reducerea s-a putut face prin introducerea unui arc suplimentar între activitatea 6 și activitatea finală, cu valoarea :

$$24 - 7 = 17.$$

Calculîndu-se din nou termenele maxime de începere, ținîndu-se seamă și de această legătură, s-a ajuns la termenele maxime de începere definitive (fig. 14).

În graficul rețea din figura 15 s-au înscris și termenele minime de începere a activităților, calculate în graficul rețea din figura 12.

Termenele maxime de terminare a activităților se obțin prin însumarea la termenele maxime de începere a duratelor activităților. În tabela 1 sînt înscrise activitățile din graficul rețea, duratele lor, termenele minime și maxime de începere și terminare și rezervele de timp totale.

Tabela 1

Nr. crt.	Activitatea	Codul i	Durata d_i	Termen minim de începere t_i^{mi}	Termen maxim de începere t_i^{Mi}	Termen minim de terminare t_i^{mt}	Termen maxim de terminare t_i^{Mt}	Rezerva totală Rti
0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	I	0	6	0	0	6	6	0
2	A	1	5	2	4	7	9	2
3	B	2	4	3	3	7	7	0
4	C	3	4	4	4	8	8	0
5	D	4	3	9	9	12	12	0
6	E	5	5	7	7	12	12	0
7	G	6	6	5	7	11	13	2
8	H	7	12	12	12	24	24	0
9	J	8	4	16	20	20	24	4
10	F	9	0	24	24	24	24	0

Drumurile critice trasate cu linii groase în graficul rețea (fig. 15) au lungime 24 unități de timp, corespunzătoare duratei de executare a proiectului.

III. INTEGRAREA GRAFICELOR REȚEA

În cadrul șantierelor de construcții-montaj se execută în general un număr mare de obiecte de construcții, clădiri și construcții speciale, care nu se pot executa independent. Pentru a asigura succesiunile între activitățile din diferite obiecte impuse de condițiile funcționale, tehnologice sau organizatorice, este necesară introducerea între graficele rețea pe obiecte a legăturilor corespunzătoare.

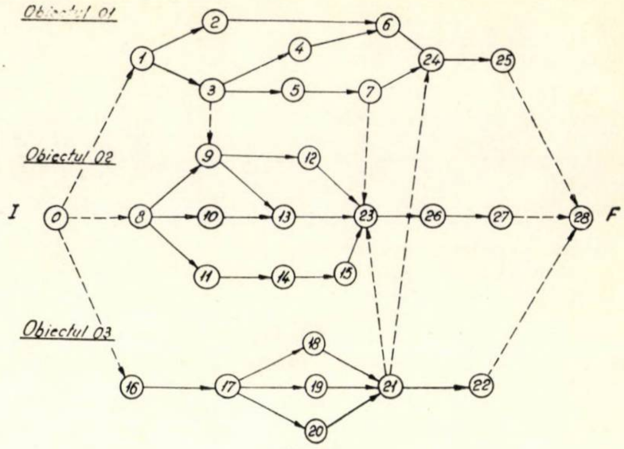


Fig. 16

Întrucît aceste legături se referă la obiecte diferite, graficul rețea general rezultă din integrarea graficelor rețea ale obiectelor și reprezintă ansamblul lucrărilor, astfel încît să poată fi utilizat pentru planificarea și urmărirea executării complexului de lucrări.

În figura 16 se prezintă pentru exemplificare schema unui grafic rețea coordonator de șantier pentru trei obiecte : 01, 02 și 03 cu legăturile dintre acestea.

Nodurile rețelei pot reprezenta fie activități, în cazul reprezentării activităților pe nodurile rețelei (A.N.) sau (P) fie faze în cazul reprezentării activităților prin arce — activitate arc.

Prin introducerea legăturilor marcate prin arce din linii întrerupte între graficele rețea pe obiecte, legături stabilite așa cum s-a menționat mai înainte pe criterii funcționale, tehnologice și organizatorice, s-a obținut graficul rețea coordonator de șantier.

Acestor arce li se dau durate în funcție de modul de reprezentare a activităților în graficele rețea. În cazul reprezentării activităților prin arce sau pe nodurile rețelei (A.N.), cînd se consideră că o activitate începe după terminarea activităților precedente, arcelor de legătură li se dă durata zero.

În cazul reprezentării activităților prin metoda potențialelor (P), acestor arce li se dau durate corespunzătoare intervalului de timp între începerea activităților respective.

Se observă că în acest grafic rețea s-au introdus nodurile inițial (I) și final (F), pentru a avea, după regulile cunoscute, o singură activitate sau fază inițială și una finală, corespunzătoare începerii, respectiv terminării lucrărilor.

Topologia graficului rețea coordonator de șantier se stabilește în baza listelor de activități pe obiecte, în care se introduc, în afară de condiționările între activitățile din cadrul obiectelor respective, și legăturile dintre obiecte.

După stabilirea topologiei graficului rețea coordonator se stabilesc și se înscriu în graficul rețea coordonator codurile nodurilor (activități sau faze).

Graficul rețea coordonator de șantier se poate prezenta într-o singură planșe, în cazul unui număr mic de obiecte, sau pe mai multe planșe, în cazul graficelor rețea cu un număr mare de obiecte. În ultimul caz, fiecare planșe conține unu sau mai multe grafice rețea pe obiecte, avînd marcate și legăturile cu celelalte obiecte.

Elaborarea graficului rețea coordonator de șantier necesită următoarele operații în ordinea efectuării lor :

- — analiza structurii lucrărilor;
- — întocmirea graficelor rețea pe obiecte;
- — stabilirea legăturilor între obiecte;
- — integrarea graficelor rețea pe obiecte și codificarea nodurilor;
- — calculul termenelor.

IV. CONDENSAREA GRAFICELOR REȚEA

În cazul complexelor de lucrări cu un număr mare de obiecte, graficele rețea coordonatoare cuprind un număr mare de activități și pot avea dimensiuni foarte mari, ceea ce prezintă o serie de dificultăți și anume :

— se pot urmări greu, mai ales la un nivel de conducere mai cuprinzător, la care nu este necesar a se urmări toate detaliile ;

— calculul termenelor este foarte dificil, dacă se efectuează manual, iar dacă se efectuează la calculatoare electronice ar putea depăși capacitatea acestora.

Pentru aceste motive s-a ivit necesitatea să se găsească o formă de reprezentare mai simplă, elaborîndu-se grafice rețea coordonatoare condensate.

Condensarea graficelor rețea, avînd numeroase avantaje, este un procedeu care se folosește din ce în ce mai mult pentru lucrările complexe, cu numeroase activități.

Condensarea unui grafic rețea înseamnă elaborarea unui nou grafic rețea, cu un număr mai redus de activități, astfel încît termenele activităților sau fazelor comune celor două forme de grafice rețea să fie aceleași.

În acest caz este necesar a se diviza graficul rețea inițial în subgrafice și a se marca nodurile marginale ale subgraficelor, adică nodurile de legătură dintre subgrafice.

Nodurile inițiale și finale sînt considerate subgrafice conținînd un singur nod.

Graficul rețea condensat este alcătuit din nodurile marginale și legăturile dintre acestea.

În graficele rețea coordonatoare rezultate din integrarea unui număr oarecare de grafice rețea pe obiecte, acestea din urmă pot fi considerate ca subgrafice rețea ale graficului rețea coordonator, nodurile de legătură între obiecte fiind noduri marginale ale acestor subgrafice rețea.

Pentru condensarea graficelor rețea coordonatoare este necesar a se condensa în prealabil graficele rețea ale fiecărui obiect și apoi a se integra graficele rețea condensate ce rezultă.

Elaborarea graficelor rețea coordonatoare condensate necesită următoarele operații în ordinea efectuării lor :

— întocmirea graficelor rețea pe obiecte, cu indicarea legăturilor dintre obiecte și calculul termenelor fără să se țină seamă de legăturile dintre obiecte;

— condensarea graficelor rețea pe obiecte;

— integrarea graficelor rețea condensate pe obiecte și codificarea nodurilor;

— calculul termenelor.

IV.1. Condensarea graficelor rețea pe obiecte

Principiile de condensare a graficelor rețea pe obiecte sînt aceleași pentru toate formele de reprezentare a activităților în graficele rețea.

Graficul rețea condensat este alcătuit din nodurile inițiale și finale ale graficelor rețea pe obiecte, din nodurile avînd legături cu alte obiecte și nodurile reprezentînd faze sau activități importante, a căror urmărire pe parcursul executării lucrărilor este considerată necesară și de executarea cărora în termenele stabilite depinde în mare măsură darea în folosință a lucrărilor.

Între nodurile menționate se introduc legături prin arce.

Asemenea legături se introduc cînd există în graficul rețea inițial legături între fiecare pereche de activități din graficul rețea condensat.

Acestor arce li se atribuie durate care se stabilesc în mod diferit, în funcție de modul de reprezentare a activităților.

Pentru exemplificarea modului de condensare a unui grafic rețea se prezintă în figura 18 graficul rețea condensat al graficului rețea din figura 17 pentru obiectul 01, activitățile fiind reprezentate pe nodurile rețelei prin metoda potențialelor (P).

S-au menținut și reprezentat în graficul rețea condensat activitățile inițială și finală 1 și 10, activitățile 2 și 8, avînd legătură cu obiectul 02 și activitatea 6 considerată importantă.

Arcelor de legătură dintre aceste activități li s-au atribuit durate egale cu lungimea cea mai mare a drumurilor dintre perechile de activități menținute, prin lungimea drumului înțelegîndu-se suma intervalelor de timp înscrise sub arcele de pe drumul respectiv.

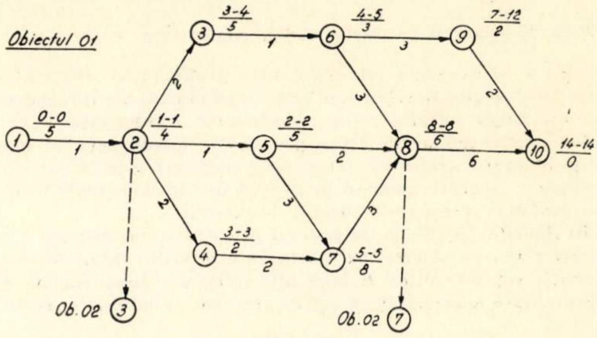


Fig. 17

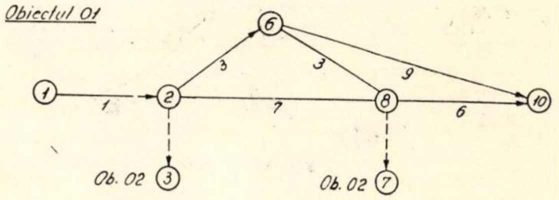


Fig. 18

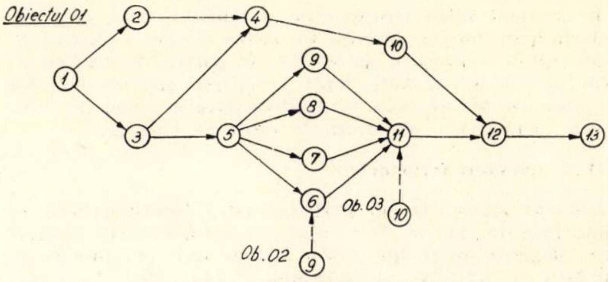


Fig. 19

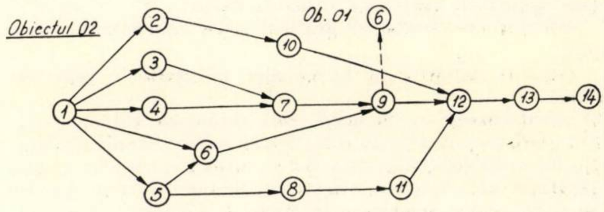
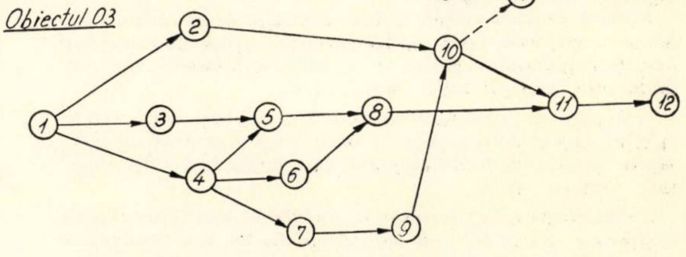


Fig. 20

Fig. 21



IV.2. Integrarea graficelor reţea condensate

Spre a se prezenta într-un singur grafic reţea ansamblul lucrărilor, graficele reţea condensate pe obiecte se integrează într-un singur grafic reţea coordonator condensat.

Integrarea graficelor reţea pe obiecte condensate se face ca şi în cazul graficului reţea coordonator necondensat, introducînd legături marcate prin arce din linii întrerupte între graficele reţea condensate pe obiecte.

În figurile 19, 20, 21 se prezintă pentru exemplificare trei grafice reţea pe obiecte, cu indicarea legăturilor între obiecte, nodurile reţelei putînd fi faze sau activităţi după modul de reprezentare a activităţilor : prin arce sau pe nodurile reţelei.

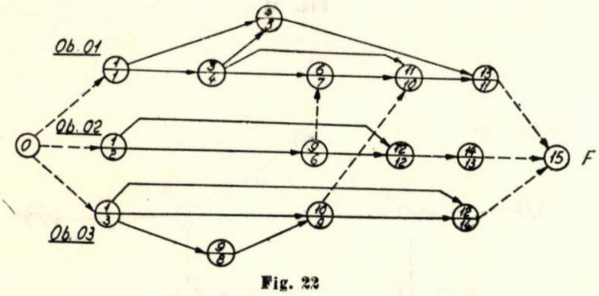


Fig. 22

În figura 22 se prezintă graficul reţea coordonator condensat al celor trei grafice reţea pe obiecte. Şi în acest caz s-a introdus în graficul reţea coordonator condensat un nod iniţial (I) şi un nod final (F) corespunzător începerii şi terminării lucrărilor.

În graficul reţea coordonator condensat s-au codificat nodurile prin numere înscrise în partea de jos a cercurilor, după regula codificării, secvenţial. În partea de sus s-au înscris codurile din graficele reţea pe obiecte, aceasta pentru a se putea urmări mai uşor în graficul reţea coordonator condensat, activităţile din graficele reţea pe obiecte.

IV.3. Calculul termenelor

Calculul termenelor în graficele reţea coordonatoare se poate face fie manual, fie cu ajutorul calculatoarelor electronice, alegerea uneia din aceste metode fiind în funcţie de numărul de activităţi şi de complexitatea graficului reţea.

În cazul complexelor cu un număr mare de obiecte şi activităţi pentru care este necesar a se aplica tehnica de condensare, calculul termenelor se face în următoarele trei etape :

— calculul termenelor în graficele reţea pe obiecte fără a se ţine seamă de legăturile dintre obiecte;

— calculul termenelor în graficul reţea coordonator condensat;

— calculul definitiv al termenelor în graficele reţea pe obiecte.

Se menţionează că, în acest caz, termenele calculate iniţial în graficele reţea pe obiecte, fără a se ţine seamă de legăturile între obiecte, pot folosi la stabilirea duratelor arcelor de legătură între fazele sau activităţile menţinute în graficul reţea coordonator condensat în etapa de elaborare a topologiei acestuia.

V. GRUPAREA ACTIVITĂŢILOR DIN GRAFICELE REŢEA COORDONATOARE

Spre a se uşura urmărirea lucrărilor care se execută de diferite unităţi responsabile, este indicat a se sistematiza prezentarea graficelor reţea, grupînd activităţile pe diferite sectoare din acestea.

Această grupare trebuie avută în vedere de la faza de elaborare a graficelor reţea, mulţimea activităţilor aferente unei unităţi responsabile putînd fi privită ca alcătuind un subgrafic din graficul reţea coordonator.

Gruparea se poate face nu numai pe unităţi responsabile, ci şi în cadrul activităţilor ce revin unei organizaţii responsabile, pe categorii de lucrări (construcţii, instalaţii, montaje, izolaţii etc.).

Subgraficele astfel obţinute se integrează prin introducerea legăturilor dintre nodurile marginale ale lor sau prin suprapunerea anumitor noduri de conexiune, în cazul cînd acelaşi nod apare în două subgrafice. Pentru exemplificarea modului de grupare a activităţilor într-un grafic reţea se prezintă în figura 23 graficul reţea pentru un obiect de construcţii — — hala cuptor — din cadrul unui complex de lucrări. Acest grafic reţea a fost împărţit în trei sectoare, corespunzătoare unităţilor responsabile de specialitate : construcţii, instalaţii-montaj, izolaţii.

În figura 24 se prezintă graficul reţea condensat pentru acelaşi obiect, în care s-a menţinut aceeaşi grupare a activităţilor pe cele trei sectoare.

VI. CALCULUL EŞALONĂRII NECESARULUI DE RESURSE ŞI A PRODUCŢIEI VALORICE PE DURATA DE EXECUTARE A LUCRĂRII

Graficul reţea coordonator de şantier prezintă mari posibilităţi pentru calculul eşalonării necesarului de resurse (materiale principale, utilaje de construcţii, mijloace de transport, forţe de muncă etc.), precum şi a producţiei valorice.

Calculul eşalonării necesarului de resurse şi al producţiei valorice se poate face după elaborarea graficului reţea coordonator de şantier şi după calculul termenelor.

Întrucît stabilirea eşalonării necesarului de resurse şi a producţiei valorice necesită calcule numeroase, se sistematizează datele necesare acestor calcule, în tabele.

În primul rînd se calculează preţul de deviz al activităţilor şi necesarul de resurse pentru acestea, urmînd calculul eşalonării lor şi a producţiei valorice pe durata de executare a lucrării.

Calculul se face în ipoteza că toate activităţile se desfăşoară între termenele minime de începere şi termenele minime de terminare, fără a se ţine seamă de rezervele de timp ale lor şi că pe durata de executare a oricărei activităţi, consumul de resurse este uniform.

Se consideră deci că pentru fiecare activitate se poate calcula intensitatea producţiei şi a necesarului de resurse pe fiecare unitate de timp.

Prin totalizarea necesarului de resurse pentru toate activităţile şi pentru fiecare unitate de timp, rezultă necesarul total de resurse şi producţia valorică, eşalonate pe durata de executare a lucrării pe baza cărora se pot întocmi, după metodele obişnuite, diagramele necesarului de resurse şi diagrama producţiei valorice.

Calculul manual al necesarului de resurse şi al producţiei valorice este foarte laborios. De aceea se foloseşte cel mult pentru calculul unor resurse foarte importante. În mod obişnuit, aceste calcule trebuie făcute cu ajutorul calculatoarelor electronice.

În scopul folosirii raţionale a unor resurse privind, fie uniformizarea folosirii lor, fie înscrierea necesarului lor în anumite limite date, se pot folosi rezervele de timp ale activităţilor.

Această problemă a optimizării alocării resurselor, deosebit de importantă pentru planificarea şi urmărirea executării lucrărilor, necesită calcule speciale şi face obiectul altor studii.

VII. ACTUALIZAREA GRAFICULUI REŢEA COORDONATOR DE ŞANTIER ŞI ÎNTOCMIREA PLANULUI OPERATIV LUNAR

VII.1. Actualizarea graficului reţea

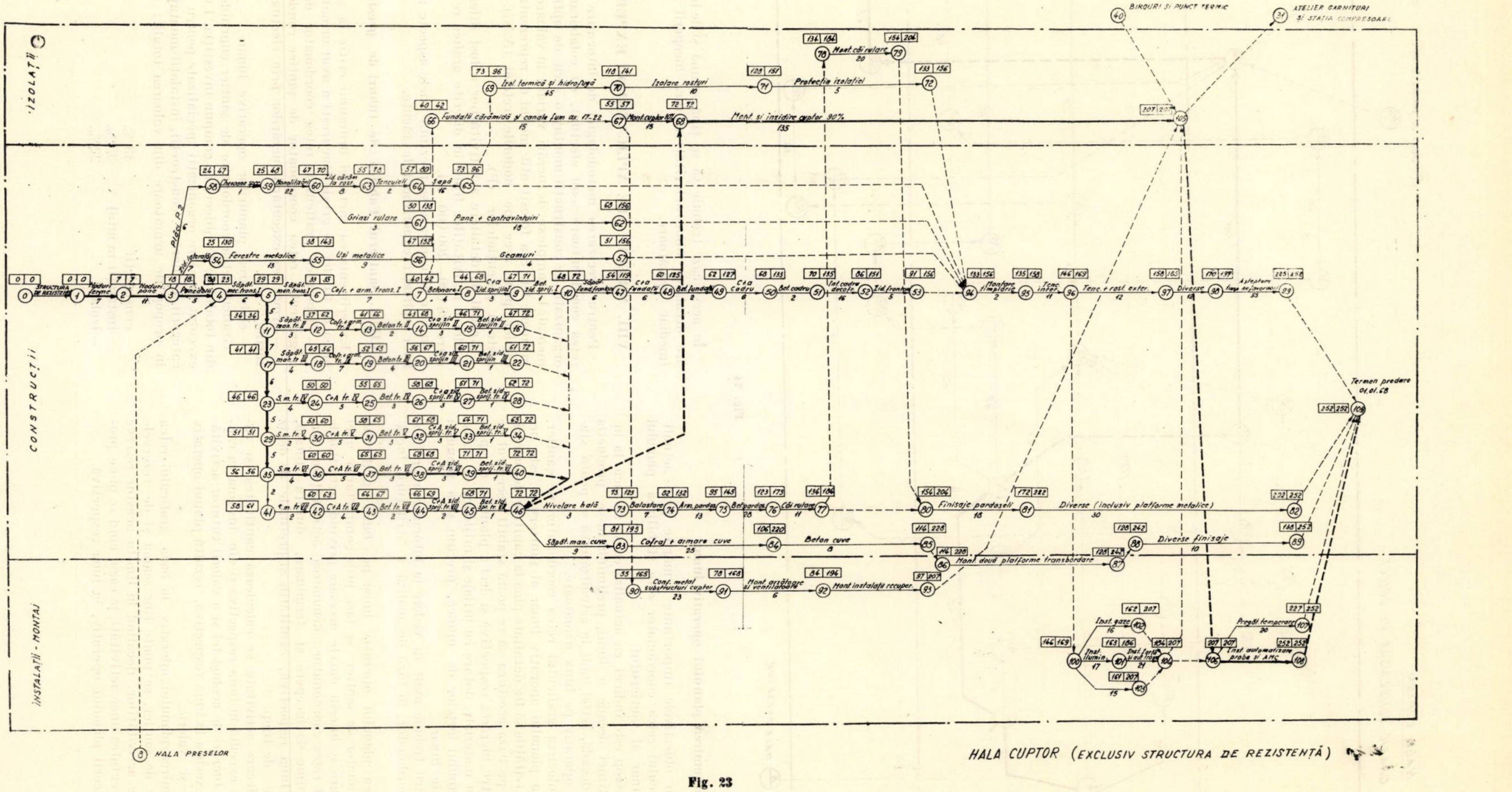
Această operaţie se face periodic, la intervale de timp care să permită o bună urmărire a stadiului lucrărilor şi să asigure timpul necesar luării măsurilor pentru recuperarea întîrzierilor.

Este indicat ca actualizările să se facă la intervale de maximum o lună ; aceasta în funcţie şi de natura, volumul şi importanţa lucrărilor ce fac obiectul graficului reţea coordonator.

Actualizarea graficului reţea coordonator comportă următoarele operaţii :

— actualizarea listelor de activităţi şi a topologiei graficului reţea coordonator ;

— calculul termenelor actualizate.


IZOLAȚII
CONSTRUCȚII
INSTALAȚII - MONTAJ
STRUCTURA DE REZISTENȚĂ
Noduri ferme
Noduri pane
Panouri
Săpăt. mec. trans. I
Săpăt. man. trans. I
Cofr. + arm. trans. I
Betonare I
C+a zid. sprijin I
Bet. zid. sprij. I
Săpăt. fund. fronton
C+a fundații
Bet. fundații
C+a cadru
Bet. cadru
Int. cadre decofr.
Zid. fronton
Montare tîmplărie
Tenc. inter.
Tenc. + rost. exter.
Diverse
Așteptare timp nefavorabil
Plăci P2
Zid. laterală
Chesoane
Monolitizări
Zid. cărăm. la rost.
Tencuieli
Șapă
Grinzi rulare
Pane + contravîntuiri
Ferestre metalice
Uși metalice
Geamuri
Săpăt. man. tr. II
Cofr. + arm. tr. II
Beton tr. II
C+a zid. sprijin II
Bet. zid. sprijin II
Săpăt. man. tr. III
Cofr. + arm. tr. III
Beton tr. III
C+a zid. sprijin III
Bet. zid. sprijin III
S. m. tr. IV
C+A tr. IV
Bet. tr. IV
C+a zid. sprij. tr. IV
Bet. zid. sprij. tr. IV
S. m. tr. V
C+A tr. V
Bet. tr. V
C+A zid. sprij. tr. V
Bet. zid. sprij. tr. V
S. m. tr. VI
C+A tr. VI
Bet. tr. VI
C+A zid. sprij. tr. VI
Bet. zid. sprij. tr. VI
S. m. tr. VII
C+A tr. VII
Bet. tr. VII
C+A zid. sprij. tr. VII
Bet. zid. spr. tr. VII
Fundații cărămidă și canale fum ax. 17-22
Mont. cuptor 10%
Mont. și inzidire cuptor 90%
Izol. termică și hidrofugă
Izolare rosturi
Protecția izolației
Mont. căi rulare
Nivelare hală
Balastare
Arm. pardos.
Bet. pardos.
Căi rulare
Finisaje pardoseli
Diverse (inclusiv platforme metalice)
Săpăt. man. cuve
Cofraj + armare cuve
Beton cuve
Mont. două platforme transbordare
Diverse finisaje
Conf. metal substructuri cuptor
Mont. arzătoare și ventilatoare
Mont. instalații recuper.
Inst. gaze
Inst. ilumin.
Inst. forță și aut. trans.
Inst. automatizare probe și AMC
Pregăt. temperare
BIROURI ȘI PUNCT TERMIC
ATELIER GARNITURI ȘI STAȚIA COMPRESOARE
HALA PRESELOR
Termen predare 01.01.68

HALA CUPTOR (EXCLUSIV STRUCTURA DE REZISTENȚĂ)

Fig. 23

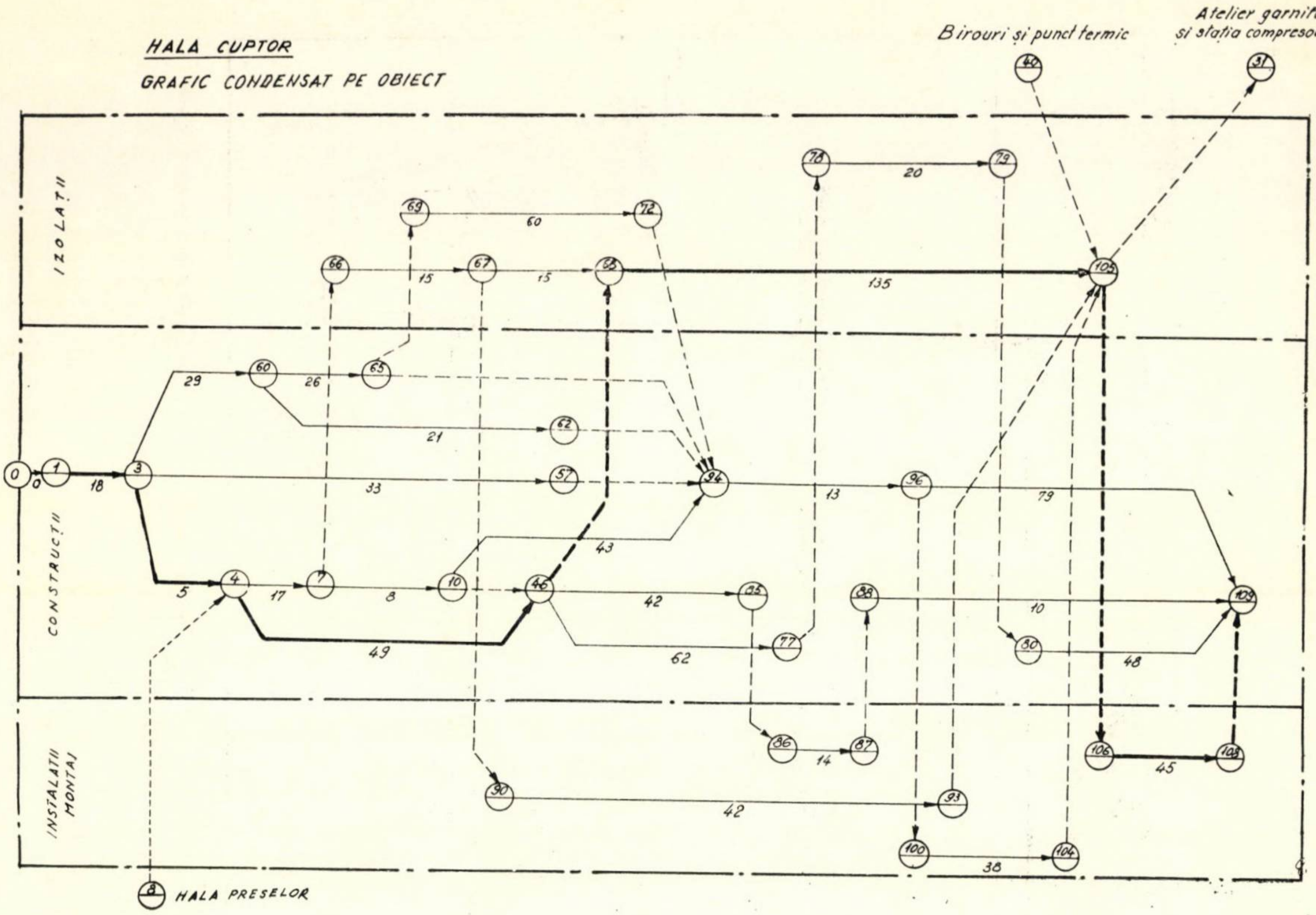


Fig. 24

VII.2. Întocmirea planului operativ lunar

Unul din obiectivele importante urmărite prin actualizarea graficului reţea coordonator este stabilirea planului operativ lunar al şantierului.

În acest scop este indicat ca actualizarea să se facă la începutul ultimei decade a lunii, preliminîndu-se producţia pe această decadă, astfel încît la actualizare să se poată stabili planul operativ pe luna următoare.

Pentru folosirea graficului reţea coordonator pe şantier, la stabilirea planului operativ lunar al şantierului este necesar ca activităţile să fie detaliate pînă la capitole de lucrări, astfel încît pe baza acestora să se poată stabili necesarul de resurse pentru lucrarea respectivă şi deci a planului de aprovizionare cu materiale, dotare cu utilaje şi mijloace de transport, a planului forţelor de muncă, precum şi a planului de producţie lunar.

Acest lucru trebuie avut în vedere la întocmirea graficului reţea coordonator, în fază de analiză a structurii lucrărilor.

Întocmirea planului operativ lunar pe baza graficului reţea coordonator de şantier se face prin completarea unei tabele în care se înscriu datele necesare privind activităţile din graficul reţea coordonator: denumirea activităţilor, termenele minime de începere şi terminare, durata totală, durata în luna respectivă, cantităţile şi preţurile de deviz şi rezervele de timp.

Pentru fiecare activitate se calculează cantitatea şi valoarea ce se execută în luna respectivă şi din însumarea cantităţilor de lucrări de acelaşi fel şi a valorii tuturor activităţilor ce se executa în luna respectivă, rezultă planul operativ lunar fizic şi valoric.

La întocmirea planului operativ în baza graficului reţea coordonator de şantier, se poate ţine seamă şi de rezervele de timp ale activităţilor, decalînd în limita acestor rezerve de timp executarea unor activităţi, în cazul cînd se pune problema reducerii planului operativ, în luna respectivă.

În acest caz trebuie să se ţină seamă şi de influenţa ce o are decalarea unor activităţi asupra începerii activităţilor imediat următoare.

VIII. ASPECTE ALE APLICAŢIILOR EXPERIMENTALE

Pentru precizarea metodologiei de întocmire a graficelor reţea coordonatoare s-au efectuat, cu colaborarea marilor organizaţii de construcţii-montaj, o serie de aplicaţii experimentale la complexe de lucrări variate în valoare de 27—250 milioane lei. S-a folosit atît modul de reprezentare a activităţilor prin arce pe nodurile reţelei (A.N.), cît şi prin metoda potenţialelor (P).

Gradul de detaliere a activităţilor a fost diferit, valoarea medie a activităţilor fiind în diferite grafice reţea cuprinsă între 28 000—200 000 lei.

În cele ce urmează se prezintă unele aspecte ale principalelor aplicaţii experimentale făcute.

VIII.1. Şantierul Fabrica de tuburi de gresie - Bucureşti

Experimentarea metodei drumului critic la şantierul Fabrica de tuburi de gresie-Bucureşti a avut următoarele faze :

— elaborarea graficului reţea coordonator de şantier şi a graficului reţea coordonator de şantier condensat;

— urmărirea executării lucrărilor prin efectuarea actualizărilor;

— elaborarea planurilor operative lunare.

Graficul reţea coordonator de şantier cuprinde 14 obiecte din totalul de 18 obiecte ce compun investiţia. Lucrările s-au executat de către organizaţii specializate pentru următoarele categorii de lucrări : construcţii, instalaţii-montaj şi izolaţii, în proporţiile următoare din valoarea totală :

— construcţii	43 %,
— instalaţii-montaj	35 %,
— izolaţii	22 %.

Reprezentarea activităţilor s-a făcut pe arcele reţelei (activitate arc). Gradul de detaliere a activităţilor nu a fost omogen. Lucrările de construcţii au avut un grad de detaliere mai mare, mergîndu-se la capitole de lucrări şi chiar la articole de deviz, pe cînd lucrările de instalaţii-montaj au fost grupate global.

Durata activităţilor a fost exprimată în zile lucrătoare.

Graficul reţea coordonator de şantier cuprinde 810 activităţi reale, 236 activităţi fictive şi 801 noduri, gradul de complexitate fiind :

$$\frac{\text{Nr. activităţi}}{\text{Nr. noduri}} = \frac{1\,046}{801} = 1{,}306.$$

S-a întocmit, în afară de graficul reţea coordonator de şantier, şi graficul reţea condensat cuprinzînd 231 arce şi 146 noduri, prezentat la scară calendaristică.

Calculul termenelor s-a făcut manual prin metoda directă.

Pe parcursul executării lucrărilor s-au efectuat succesiv patru actualizări lunare.

La actualizările făcute s-a ţinut seamă de noul termen final al lucrărilor, modificat în cursul lunii iulie prin hotărîrea forurilor superioare M.I.C., şi anume : 1 ianuarie 1968, faţă de 27 februarie 1968, cum fusese prevăzut iniţial în graficul reţea coordonator de şantier.

Pentru încadrarea executării lucrărilor în termenele planificate au fost necesare, la actualizările făcute, unele modificări de topologie.

Actualizările graficelor reţea au stat la baza întocmirii planurilor operative lunare ale şantierului.

De remarcat este faptul că s-au constatat diferenţe importante între planurile operative întocmite în baza graficelor reţea coordonatoare actualizate şi acelea întocmite de şantier pentru lucrările de construcţii şi de către subantreprizele de specialitate pentru lucrările respective : instalaţii-montaje, izolaţii, prin metodele obişnuite.

Din analizele făcute de către colectivul de elaborare a graficelor reţea împreună cu delegaţii executanţilor a reieşit valabilitatea datelor din planurile operative elaborate pe baza graficelor reţea coordonatoare actualizate.

VIII.2. Şantierul Uzina Policolor - Bucureşti

Lucrările ce s-au executat în cadrul acestui şantier fac parte din ramura industriei chimice, platforma industrială cuprinzînd 40 de obiecte de construcţii.

Din acestea o parte fiind executate în anul 1966, a rămas ca în anul 1967 să se execute 30 de obiecte de construcţii.

Graficul reţea coordonator de şantier elaborat a cuprins numai aceste lucrări. Obiectivul urmărit prin graficul reţea întocmit a fost încadrarea executării lucrărilor în termenul planificat : 31 decembrie 1967.

Metoda de reprezentare a activităţilor folosită a fost pe nodurile reţelei (A.N.), genul activităţilor luate în consideraţie fiind foarte variat : activităţi de proiectare, procurări de materiale şi utilaje tehnologice, construcţii, instalaţii, montaje, probe tehnologice, recepţii etc., iar gradul de detaliere în general la nivelul categoriilor de lucrări : construcţii, instalaţii, montaje etc.

Unele obiecte importante au fost împărţite în sectoare, urmărindu-se ca graficele reţea să redea cît mai real modul de desfăşurare a lucrărilor.

Graficul reţea coordonator de şantier întocmit cuprinde un număr de circa 614 activităţi şi 1 076 arce, gradul de complexitate fiind $\frac{1\,076}{614} = 1{,}75$. Avînd în vedere volumul mare al lucrărilor a rezultat un grad redus de detaliere a activităţilor.

Faţă de complexitatea lucrărilor, a apărut necesitatea de a se întocmi un grafic reţea cu un număr mai mic de activităţi.

În acest scop s-a întocmit şi graficul reţea coordonator de şantier condensat, cuprinzînd 195 activităţi reale, reprezentat la scara timpului.

Calculul termenelor s-a făcut pe bază de tabel, făcîndu-se verificări şi prin metoda directă.

În baza graficului reţea coordonator s-a calculat eşalonarea producţiei valorice şi a forţelor de muncă separat pentru lucrările de construcţii, instalaţii şi izolaţii, pe durata de executare a lucrărilor, întocmindu-se diagramele respective.

La calculul necesarului forţelor de muncă s-au avut în vedere valoarea lucrărilor pe unitatea de timp şi productivitatea medie.

Ca unitate de timp pentru stabilirea duratelor activităţilor s-a luat decada.

De remarcat este faptul că, folosind graficul reţea coordonator de şantier, deşi întocmit la un grad mic de detaliere, s-a ajuns la anumite date privind eşalonarea producţiei valorice şi a necesarului forţelor de muncă foarte apropiate de datele şantierului, ceea ce a confirmat posibilitatea folosirii graficelor reţea la stabilirea planului producţiei valorice şi a forţelor de muncă.

Datele din diagrame au fost comparate cu cele luate din evidenţele şantierului, stabilite prin metodele obişnuite, în unele cazuri rezultînd anumite diferenţe. Analizînd provenienţa acestor diferenţe s-a putut dovedi exactitatea datelor obţinute pe baza graficului reţea coordonator, cu toate aproximaţiile introduse.

Astfel : din diagrama producţiei valorice întocmită în baza graficului reţea coordonator a reieşit pe trimestrul I/1967 o producţie de 26,5 mil. lei. Pe aceeaşi perioadă, datele luate din evidenţele şantierului au prezentat valori destul de apropiate şi anume : o producţie de 29,7 milioane lei, ceea ce includea şi sporul de iarnă care nu a fost avut în vedere la întocmirea graficului reţea coordonator.

Pentru trimestrul II/1967, diagrama producţiei valorice indică o producţie de 47 milioane lei, în timp ce în planul operativ al şantierului se prevăzuse o producţie de 40,5 milioane lei.

Diferenţa în minus constatată provenea din faptul că subantrepriza de instalaţii îşi planificase o producţie necorespunzătoare prevederilor din grafic.

Cu privire la necesarul de forţe de muncă, la verificările făcute, s-a constatat corespondenţa între efectivele de muncitori existente pe şantier şi cele rezultate din diagrama întocmită în baza graficului reţea coordonator. Astfel : la data de 20.III.1967 efectivul total al şantierului era de 1 888 muncitori faţă de numărul de 1 900 muncitori rezultat din diagrama forţelor de muncă pentru decada a doua a lunii martie.

Actualizarea graficului reţea coordonator de şantier s-a făcut pe baza analizei stadiului lucrărilor la intervale de 1—2 luni, aducînd o contribuţie importantă la realizarea lucrărilor în termenele planificate.

VIII.3. Fabrica de fire şi fibre poliesterice - Iaşi

Graficul reţea coordonator pentru această investiţie a fost elaborat în proiectare, în fază de STE, pe baza evaluării iniţiale a lucrărilor. Investiţia este compusă din 48 de obiecte.

Metoda de reprezentare a activităţilor folosită a fost pe nodurile reţelei — metoda potenţialelor (P), iar ca unitate de timp s-a luat decada.

Numărul de activităţi în graficele reţea pe obiecte a variat între 5 şi 51.

Aceste grafice reţea au fost condensate, reţinîndu-se numai activităţile principale şi cele de legătură între obiecte.

Prin asamblarea graficelor reţea pe obiecte condensate s-a întocmit graficul reţea coordonator condensat al investiţiei, denumit în acest caz ,,grafic reţea coordonator directiv'', care cuprinde toate cele 48 obiecte şi 374 activităţi.

Pentru sistematizarea înscrierii activităţilor în acest grafic reţea, acestea au fost clasate şi înscrise pe fazele de realizare a investiţiei : începere, PE, aprovizionări de utilaje, construcţii-montaje de utilaje şi conducte tehnologice, probe tehnologice, pregătirea recepţiei, recepţie, terminarea lucrărilor.

Calculul termenelor s-a făcut manual prin metoda directă.

VIII. 4. Şantierul ansamblul de locuinţe bd. Păcii — Armata Poporului, microraionul 2

La acest şantier s-a experimentat folosirea graficelor reţea pentru coordonarea executării reţelelor edilitare într-un cvartal de locuinţe.

Darea în folosinţă a blocurilor de locuit la termenele stabilite este în funcţie şi de darea în folosinţă în blocurile respective a instalaţiilor (electrice, alimentare cu apă, canalizare, termoficare, alimentare cu gaze, telefonice), iar punerea acestora în funcţiune depinde de executarea şi darea în exploatare a reţelelor edilitare.

Este necesar de asemenea ca la darea în folosinţă a blocurilor să fie date în exploatare şi drumurile de acces (străzi, alei carosabile).

Avînd în vedere că reţelele edilitare se află în majoritatea cazurilor pe ampriza drumurilor şi că ele se execută de diferite întreprinderi de specialitate, se impune întocmirea unui grafic coordonator al executării acestor lucrări. Planificarea executării reţelelor edilitare prin metoda drumului critic asigură coordonarea executării lor, pentru punerea în funcţiune, la termenele stabilite, a instalaţiilor din blocuri, precum şi succesiunea impusă de condiţii tehnice şi organizatorice ale executării reţelelor edilitare.

Microraionul 2, la care s-a întocmit graficul reţea coordonator pentru executarea reţelelor edilitare, cuprinde 17 blocuri de locuit, reţelele edilitare fiind amplasate în majoritatea cazurilor pe arterele de circulaţie.

Gradul de detaliere a activităţilor a fost astfel ales încît să se asigure frontul de lucru pentru echipele specializate pentru diferite feluri de reţele edilitare ce se succed în lucru pe aceleaşi sectoare.

Au fost considerate ca activităţi distincte fiecare fel de reţea edilitară, corespunzătoare fiecărui sector şi construcţiile speciale (punct de alimentare, posturi de transformare, staţii de termoficare, centrală telefonică).

Graficele reţea pe obiecte au fost astfel întocmite, încît să fie scoase în evidenţă şi nodurile de conexiune între graficele reţea pe blocuri cu reţelele edilitare.

Pentru simplificarea prezentării graficelor reţea coordonatoare de şantier nu s-au marcat legături pentru condiţionarea succesiunii în lucru a echipelor de aceeaşi specialitate, de la un sector la altul, în scopul asigurării continuităţii în lucru a formaţiilor de muncitori. Asigurarea continuităţii în lucru a acestor formaţii de lucru s-a făcut prin folosirea rezervelor de timp ale activităţilor, la întocmirea graficelor calendaristice.

În scopul reducerii dimensiunilor graficelor reţea şi a uşurării urmăririi lor, s-au elaborat două grafice reţea coordonatoare : unul pentru reţelele edilitare stradale şi al doilea pentru reţelele edilitare interstradale, conţinînd un număr total de 246 activităţi reale, modul de reprezentare a activităţilor fiind pe nodurile reţelei (A.N.), unitatea de timp fiind ziua lucrătoare.

IX. CONCLUZII

În urma studiilor şi experimentărilor făcute privind aplicarea metodei drumului critic la coordonarea executării lucrărilor de construcţii-montaj la nivelul şantierelor sau în proiectare în fază de STE, se pot trage următoarele concluzii :

IX.1. Cu privire la modul de reprezentare a activităţilor în graficul reţea coordonator

Metodele folosite pentru reprezentarea activităţilor în graficele reţea : activitatea-arc sau activitatea-nod în varianta (A.N.) sau metoda potenţialelor (P) prezintă fiecare anumite avantaje şi dezavantaje.

Pentru a se reda cît mai real desfăşurarea lucrărilor prin suprapunerea activităţilor de diferite feluri pe acelaşi sector (aşa cum se lucrează în general în construcţii), este necesară împărţirea obiectelor de construcţii în sectoare, conducînd la grafice reţea cu un număr mare de activităţi.

Metoda potenţialelor (P) şi reprezentarea prin scara tehnologică remediază în bună parte acest dezavantaj, însă prezintă unele particularităţi la urmărirea şi actualizarea graficului reţea.

IX.2. Cu privire la felul activităţilor şi gradul lor de detaliere

Activităţile luate în considerare la elaborarea graficului reţea coordonator sînt foarte variate : activităţi de proiectare, construcţii şi instalaţii, aprovizionări de materiale şi utilaje tehnologice, montaje, probe, recepţii etc., astfel încît graficul reţea coordonator să cuprindă toate elementele necesare realizării lucrărilor pe toată durata de executare.

În mod obligatoriu,graficele reţea pe obiecte trebuie să cuprindă activităţile sau fazele cu legături între obiectele de construcţii ce fac parte din complexul de lucrări respectiv.

Gradul de detaliere a activităţilor este diferit în funcţie de felul graficului reţea coordonator.

În cazul graficelor reţea coordonatoare de şantier, acestea fiind folosite pentru calculul şi eşalonarea necesarului de resurse şi a producţiei valorice, precum şi pentru urmărirea executării lucrărilor şi întocmirea planurilor operative lunare, gradul de detaliere a activităţilor este mai mare.

În cazul elaborării graficelor reţea coordonatoare directive în fază de STE, activităţile pot reprezenta categorii de lucrări, părţi de obiecte sau chiar obiecte de construcţii. În ambele cazuri, gradul de detaliere a activităţilor este în funcţie şi de importanţa activităţii în cadrul obiectului, de importanţa obiectului în cadrul complexului de lucrări şi de nivelul de analiză a lucrărilor, în vederea urmăririi execuţiei.

În cazul cînd urmărirea executării lucrărilor se face la un nivel mai analitic este necesară o detaliere a activităţilor la un grad de detaliere mai mare.

IX.3. Cu privire la modul de calcul al graficului reţea coordonator

Calculul graficelor reţea coordonatoare se poate face manual sau mecanizat.

La experimentările făcute s-au efectuat calcule manuale pentru grafice reţea coordonatoare avînd pînă la 700—800 activităţi.

Este indicată însă folosirea calculatoarelor electronice care reduc substanţial timpul de lucru.

Folosirea calculatoarelor electronice este absolut necesară fie în cazul studierii mai multor variante de grafice reţea în vederea optimizării soluţiei adoptate, fie pentru calculul necesarului şi al eşalonării resurselor.

IX.4. Cu privire la folosirea graficelor reţea coordonatoare

Graficul reţea coordonator de şantier poate fi folosit pentru :

— planificarea lucrărilor ;

— calculul necesarului de resurse, eşalonarea şi optimizarea folosirii lor :

— urmărirea executării lucrărilor ;

— întocmirea planurilor operative lunare.

Graficul reţea coordonator de şantier condensat se foloseşte pentru urmărirea executării lucrărilor la un nivel de conducere mai ridicat. De asemenea în cazul graficelor reţea coordonatoare de şantier, cuprinzînd un număr foarte mare de obiecte şi activităţi, graficul reţea coordonator condensat foloseşte pentru calculul termenelor în graficul reţea coordonator de şantier.

Graficul reţea coordonator de şantier condensat, conţinînd un număr mult mai mic de activităţi, se poate calcula mai uşor chiar prin metode manuale, termenele calculate putînd fi folosite pentru calculul restului termenelor din graficul reţea coordonator de şantier.

Graficul reţea coordonator directiv elaborat în cadrul institutelor de proiectare la nivelul investiţiilor în fază de STE, foloseşte la stabilirea duratei de realizare şi la eşalonarea valorică a realizării investiţiilor.

De asemenea, poate fi folosit pentru calculul unor resurse principale, de exemplu : necesarul de forţe de muncă ce trebuie avut în vedere la organizarea executării lucrărilor.

IX.5. Cu privire la unele măsuri organizatorice

Pentru aplicarea metodei drumului critic este necesară luarea din timp a măsurilor organizatorice necesare.

În stadiul actual este necesară cunoaşterea şi asimilarea metodei de către personalul tehnico-ingineresc din proiectare şi execuţie. În acest scop trebuie organizate cursuri de şcolarizare la nivelul organizaţiilor de construcţii-montaj şi proiectare, iar materialul documentar să fie difuzat pe scară largă.

Este necesară totodată cunoaşterea de către conducerea organizaţiilor de construcţii-montaj a principiilor metodei, succesul aplicării metodei depinzînd în mare măsură de interesul pe care aceasta îl imprimă în toate fazele de elaborare şi urmărire a graficului reţea.

În cadrul atelierelor de organizare din institutele de proiectare şi în cadrul serviciilor de producţie ale şantierelor este utilă desemnarea unor colective de ingineri şi tehnicieni care să aibă ca sarcină de serviciu elaborarea graficelor reţea coordonatoare, precum şi urmărirea şi actualizarea lor.

Atît în faza de elaborare, cît şi în faza de actualizare a graficelor reţea coordonatoare, este necesară o strînsă colaborare între toţi factorii care concură la realizarea investiţiei : proiectanţi, executanţi, beneficiari, furnizori de materiale şi utilaje tehnologice.

Întocmirea graficelor reţea coordonatoare de şantier are la bază următoarele documentaţii :

— planul de stat şi departamental pentru investiţia respectivă, fişa lucrării, contractul cu beneficiarul ;

— proiectele de execuţie predate de proiectant (cel puţin pentru obiectele principale) ;

— lista termenelor de livrare a utilajelor, a construcţiilor metalice, a materialelor speciale etc. din import, ce vor fi predate de beneficiar ;

— lista termenelor de livrare a utilajelor, construcţiilor metalice, materialelor speciale etc. furnizate de întreprinderi din ţară, care intră în obligaţia beneficiarului.

Este necesar ca documentaţia tehnico-economică să] fie predată executanţilor încă înainte de deschiderea şantierului, pentru ca astfel să poată fi studiată în amănunt, să fie analizate diferitele tehnologii posibile de execuţie, să poată fi aleasă cea mai bună tehnologice de execuţie, din toate punctele de vedere şi să poată fi pregătite, încă în faza premergătoare începerii execuţiei, toate problemele complexe legate de procesul de construcţii-montaj.

Bibliografie

[1] Wille H., Gewald K., Weber H. D. : *Netzplantechnik. Methoden zur Planung und Überwachung von Projekten*, vol I : Zeitplanung, Ed. Oldenbourg. München-Wien, 1967.

[2] Vlah. : *Puncte de vedere speciale privind planificarea după metoda drumului critic, în lucrările de planificare şi conducere ale întreprinderilor de construcţii*. Referat prezentat la Simpozionul pentru aplicarea metodei drumului critic în construcţii, Leipzig, 1967.

[3] Gusev I.E. : *Planificarea de perspectivă pe baza graficelor reţea complexe comasate şi conducerea activităţilor de construcţii pe baza graficelor reţea tip*. Referat prezentat la Simpozionul pentru aplicarea metodei drumului critic în construcţii. Leipzig, 1967.

[4] Miller R. : *Zeit-Plannung und Kosten Kontrolle durch PERT* (traducere din limba engleză). Rv. Deckers-Verlag, Berlin 1965, CDCAS B.6211

[5] Moder J., Philyps O. : *Project management with CPM and PERT*. Londra, Ed. Chapman şi Hall. 1964.

[6] O'Brien J. : *CPM in construction management*. New York, Ed. McGraw Hill, 1965.

[7] Burkhardt G. : *Numerische Ablaufplanung einer Baustelle*. Bauverlag, Wiesenbaden, Berlin, 1966.

[8] Sîrojkin I. : *Planificarea în reţea pentru mai multe programe*. Anexă la traducerea în limba rusă a cărţii lui Miller R. (vezi bibl. 4) 1965.

[9] Thélu J. : *Exposé sur les avantages de l'application de la méthode PERT*. Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics, mai, 1967.

[10] Cernohorski J., Schwaller J., Sypler V. : *Experienţa folosirii metodei drumului critic la întocmirea planului coordonator al construcţiilor din Praga*. Colecţia lucrărilor Inst. de Cercetări în Construcţii şi Arhitectură (VUVA) RSCS, 1965

[11] Roy B., Dibon M. : *L'ordonnancement par la méthode des potentiels. Le programme Concorde*. Automatisme nr. 2, 1966.

[12] * * * : *Metodologie pentru folosirea graficelor reţea coordonatoare la planificarea şi executarea complexelor de lucrări de construcţii-montaj la nivelul şantierelor*, INCERC, 1967.

Excavatoare cu braţ telescopic în industria construcţiilor

Conf. dr. ing. Şt. Mihăilescu, ing. I. Bărdescu

M.I.C.

În ultimul timp, pe şantierele de construcţii din diferite ţări se utilizează din ce în ce mai mult excavatoare cu o singură cupă, cu braţ telescopic şi acţionare hidraulică.

Spre deosebire de excavatoarele obişnuite cu o singură cupă, excavatoarele cu braţ telescopic au lungimea braţului variabilă, au posibilitatea de a-l roti în jurul axei lui longitudinale şi de a-l înclina atît în sus, cît şi în jos. De asemenea, aceste excavatoare sînt dotate cu 18—20 de echipamente de lucru destinate diferitelor lucrări.

Braţul excavatorului, de formă triunghiulară, este prevăzut cu un tronson de bază în care glisează un tronson de vîrf. Datorită acestui lucru, lungimea braţului se poate modifica chiar în timpul lucrului. Glisarea tronsonului de vîrf în interiorul celui de bază se face pe role, cu ajutorul unui cilindru hidraulic şi al unui palan. Lungimea de telescopare variază, de la un model la altul, între 2,0 şi 5,0 m (tabela 1).

Cupa pentru săpat sau încărcat, ca şi dintele scarificatorului sînt montate articulat la extremitatea exterioară a tronsonului de vîrf, putînd fi basculate cu un cilindru hidraulic. Tronsonul de bază al braţului se sprijină, prin intermediul unor role montate în plan perpendicular pe axa lui longitudinală, pe un suport aşezat pe platforma rotativă a excavatorului. Această sprijinire permite rotirea braţului în jurul axei sale longitudinale. Rotirea se poate face, fie cu un cilindru hidraulic, fie cu un motor hidraulic şi o transmisie cu roţi dinţate.

În primul caz se asigură o rotire a braţului la unghiuri de ±45°, iar în cazul al doilea de ±90°. În tabela 2 sînt date valorile unghiurilor de rotire a braţului la diferite modele de excavatoare cu braţ telescopic.

Suportul braţului poate fi basculat în plan vertical cu ajutorul a doi cilindri hidraulici, ceea ce permite realizarea săpării la diferite niveluri — atît sub nivelul bazei de sprijin a maşinii, cît şi deasupra acestui nivel — şi descărcarea materialelor săpate direct în vehicule de transport. La unele dintre noile modele, adîncimea de săpare ajunge la 7,3 m, iar înălţimea de descărcare la 9,4 m. În tabela 3 sînt date unghiurile de înclinare a braţului la diferite modele.

Rotirea platformei superioare a excavatorului se face fie cu unul sau două motoare hidraulice, fie cu doi cilindri hidraulici orizontali. Platforma superioară este montată pe

Tabela 1

Lungimea de telescopare a braţului

Modelul excavatorului	Lungimea de telescopare (m)
G—600	3,60
G—800	4,10
G—1000	4,60
035 K	2,00
E—4010	3,65
PL—12	4,00
L—12	3,20
M—	4,00
L—	3,70
M—17S	5,00

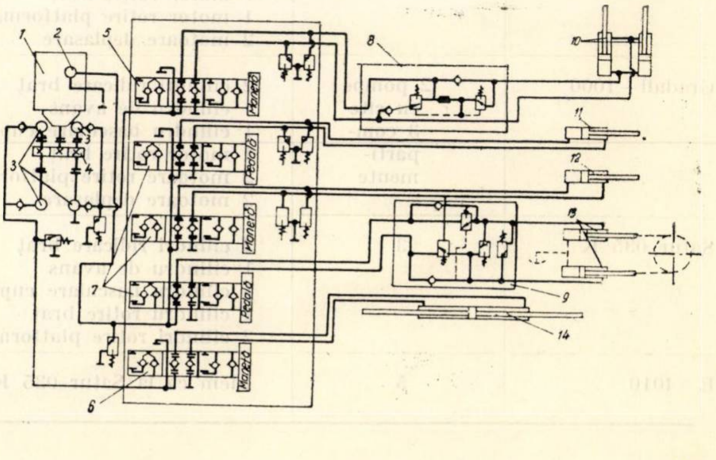


Fig. 1. Schema sistemului hidrostatic de acţionare a excavatorului E-4010

1 — motor cu ardere internă ; 2, 3, — pompe hidraulice ; 4 — transmisie cu roţi dinţate ; 5, 6, 7, — distribuitoare ; 8, 9 — dispozitive de reglare ; 10 — cilindri hidraulici de ridicare a braţului ; 11 — cilindru hidraulic de basculare a cupei ; 12 — cilindru hidraulic de rotire a braţului ; 13 — cilindri hidraulici de rotire a platformei superioare ; 14 — cilindru hidraulic de telescopar

Tabela 2

Unghiurile de rotire a braţului telescopic la diferite modele

Modelul excavatorului	Unghiurile de rotire
G–600	± 45°
G–800	± 90°
G–1000	± 90°
035 K	± 45°
E–4010	± 45°

Tabela 3

Unghiurile de înclinare a braţului telescopic la diferite modele

Modelul excavatorului	Înclinarea braţului la săpare sub nivelul de sprijin	Inclinarea braţului la săpare deasupra orizontalei
G–600	44°	22°
G–800	90°	30°
G–1 000	50°	22°
035 K	50°	22°
E–4010	44°	22°
PL–120	54°	32°
L–12	51°	31°
M–17	51°	30°

Tabela 4

Caracteristici tehnice principale ale unor excavatoare cu braţ telescopic

Modelul	Masa (t)	Puterea motorului (fără deplasare) (cp)	Adîncime maximă de săpare fără prelungitor (m)	Înălţime maximă de descărcare (m)	Raza maximă de săpare (m)
Gradall G–600	16	103	3,6	4,4	7,7
Gradall G–800	21,15	120	pe şenile 7,3 pe pneuri 7,1	5,6 5,95	8,7
Gradall G–1000	32	2×108	pe şenile 5,8 pe pneuri 5,5	4,7	9,4
Satur 035 K	15,2	110	4,35	5,21	9,17
E–4010	18,4	75	3,42	—	—
Unidachs					
L–12					
M–17	—	—	6,5	7,0	—

Tabela 5

Caracteristicile principale ale sistemelor hidrostatice de acţionare ale unor excavatoare cu braţ telescopic

Modelul	Numărul de pompe	Numărul de cilindri şi motoare hidraulice rotative	Presiunea de lucru (kgf/cm²)	Debit pompe (l/min.)
Gradall–600	3	2 cilindri ridicare braţ 1 cilindru de avans 1 cilindru basculare cupă 1 cilindru rotire braţ 1 motor rotire platformă 2 motoare deplasare	95–105	2×150 1×100
Gradall–800	3	2 cilindri ridicare braţ 1 cilindru de avans 1 cilindru basculare cupă 1 motor rotire braţ 1 motor rotire platformă 2 motoare deplasare	123–140	507
Gradall–1000	2 pompe cu cîte 3 compartimente	2 cilindri ridicare braţ 1 cilindru de avans 1 cilindru basculare cupă 1 motor rotire braţ 2 motoare rotire platformă 2 motoare deplasare	105	985
Satur 035 K	3	2 cilindri ridicare braţ 1 cilindru de avans 1 cilindru basculare cupă 1 cilindru rotire braţ 2 cilindri rotire platformă	120–140	—
E–4010	5	Idem ca la Satur 035 K	85	—

Tabela 6

Caracteristicile echipamentelor de lucru ale unor excavatoare cu braț telescopic

Modelul	Cupă de lingură dreaptă		Cupă de lingură întoarsă		Alte cupe		Dinte scarificator	Lamă buldozer	Prelungitor braț
	capacitate (l)	lățime (mm)	capacitate (l)	lățime (mm)	capacitate (l)	lățime (mm)			
Gradall G—600	380	910	110 150 190 290 380 380	380 530 610 810 910 610	380 480 230 580 cupă graifăr	1 200 1 520 1 820 1 820	Da	Da	Tronson de 1,2 m Tronson 2,4 m Tronson 3,6 m Prelungitor lateral
Gradall G—800	—	—	— 580 380 480	1 220 1 020 610 860	570 cupă graifăr	1 830	Da	Lungime 2,44 m	Tronson 1,83 m
Gradall G—1000	1 700	1 500	760 950	860 1 200	1 350 950 950 670 cupă graifăr	2 400 1 400 1 800 1 800	Da	Lungime 2,75 m	Tronson 2,4 m
Satur 035 K	750	—	150 350	400 1 000	450 cupă graifăr	1 500	Da h = 450 mm	Lungime 3,5 m	Tronson 1,4 m Tronson 2,8 m Prelungitor lateral
E—4010	400	—	400 250	— —	cupă de graifăr		Da	Lungime 2,5 m	Tronson 3,66 m Prelungitor lateral

cadrul inferior, care se sprijină, la rîndul lui, pe roți cu pneuri sau pe două șenile. În cazul deplasării pe roți cu pneuri, excavatorul este prevăzut cu un motor cu ardere internă, separat pentru realizarea acestei mișcări. Excavatoarele pe două șenile sînt echipate cu două motoare hidraulice, separate pentru fiecare șenilă.

În tabela 4 sînt date principalele caracteristici tehnice ale unor excavatoare cu braț telescopic executate în diferitele țări, iar în tabela 5, parametrii sistemelor hidrostatice de acționare a acestora.

Pentru a exemplifica modul de acționare a unor asemenea mașini se dă schema hidraulică de acționare a excavatorului E-4010 (fig. 1).

După cum se vede din figura 1, antrenarea sistemului hidraulic se face de la motorul cu ardere internă *1*, care se află montat pe platforma rotativă a excavatorului. Acesta antrenează pompele *2* și *3*. Pompa *2*, montată chiar pe motor, alimentează, prin intermediul unui distribuitor *7* cu trei secții, cilindrii hidraulici *11* de basculare a cupei, de rotire a brațului *12* și de rotire a platformei superioare *13*. Din schemă se constată că cele trei operații nu pot fi executate în același timp. Celelalte patru pompe *3* sînt puse în mișcare prin intermediul reductorului *4*. Aceste pompe se pot cupla cîte două. O grupă de două pompe, prin intermediul secției *5* a unui distribuitor cu două secții, alimentează cilindrii hidraulici de rotire a brațului, iar prin intermediul secției *6*, cilindrul hidraulic de telescopare. În circuitele de alimentare a cilindrilor de ridicare a brațului și de rotire a platformei superioare sînt prevăzute dispozitivele de reglare *8* și *9*, care micșorează forțele de inerție care apar în timpul opririi brațului sau a platformei.

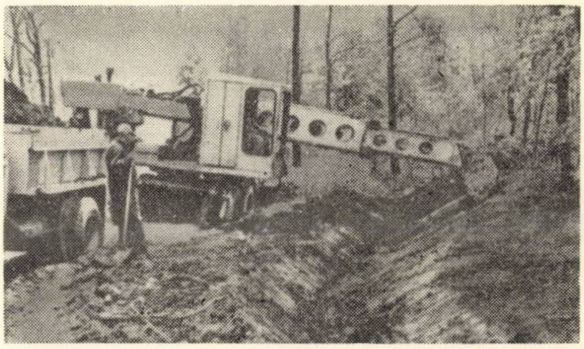
Asemenea excavatoare, fiind dotate cu mai multe echipamente de lucru a căror schimbare pe șantier se poate efectua în decurs de 2—5 minute, pot fi utilizate la executarea a diferite lucrări.

În tabela 6 sînt dați parametrii principali ai echipamentelor de lucru ale unor excavatoare cu braț telescopic.

În figurile 2—18 sînt prezentate excavatoare cu braț telescopic cu diverse echipamente de lucru pentru executarea șanțurilor de diferite profile în pămînturi diferite (fig. 2, 3, 4, 11, 12), săparea gropilor (fig. 5), dislocarea și ridicarea diferitelor materiale în bucăți (fig. 6), afînarea pămînturilor tari (fig. 7), turnarea betoanelor (fig. 8), nivelarea terenurilor (fig. 9), descărcarea vagoanelor (fig. 10), montarea șinelor de cale ferată (fig. 14), forarea pămînturilor foarte tari (fig. 15) etc.

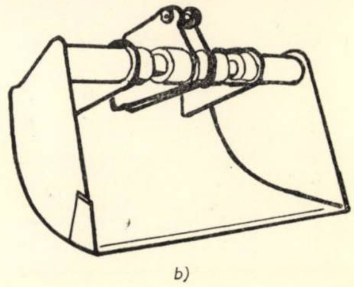
De asemenea, sînt prezentate echipamentele de lucru utilizate pentru realizarea diferitelor lucrări pe șantierele de construcții.

Pentru transportul mașinii, platforma superioară a acesteia este rotită, iar tronsonul de vîrf al brațului, retras la



a)

Fig. 2. Executarea șanțurilor cu o cupă de profil dreptunghiular
a — săparea ; *b* — cupa



b)

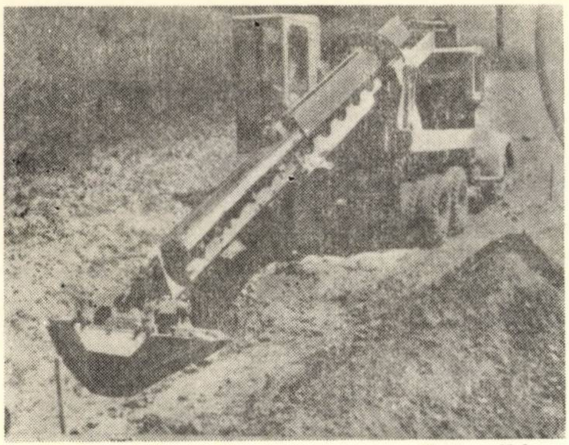


Fig. 3. Executarea şanţurilor cu o cupă de profil trapezoidal

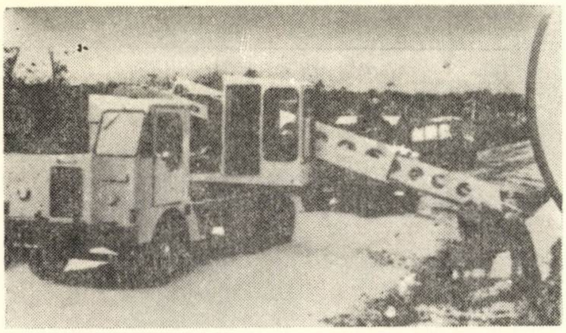


Fig. 4. Executarea şanţurilor în pămînturi mlăştinoase

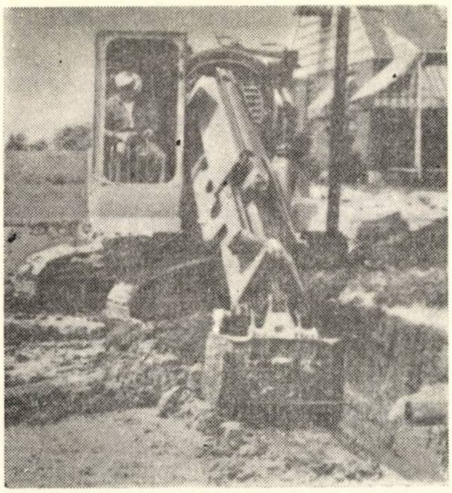
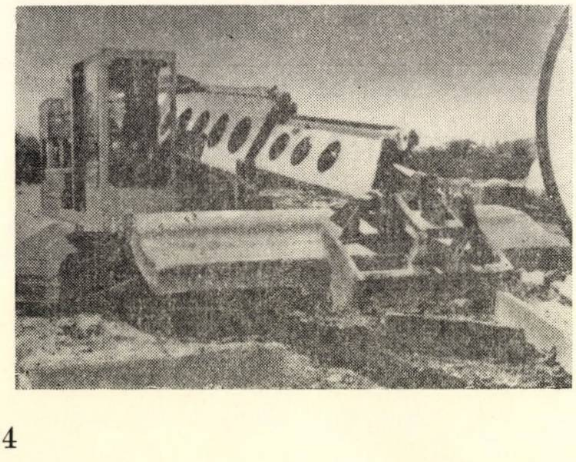


Fig. 5. Săparea gropilor

Fig. 6. Ridicarea unor grinzi



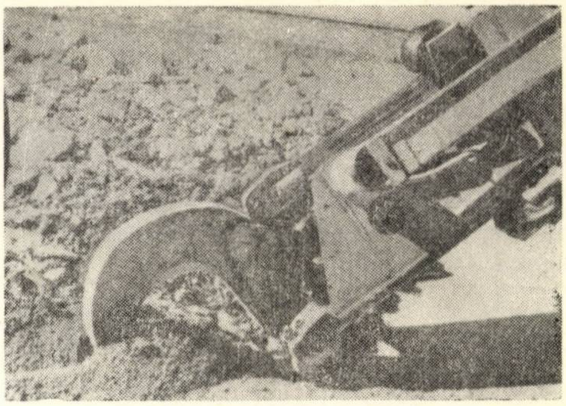


Fig. 7. Afînarea pămînturilor tari

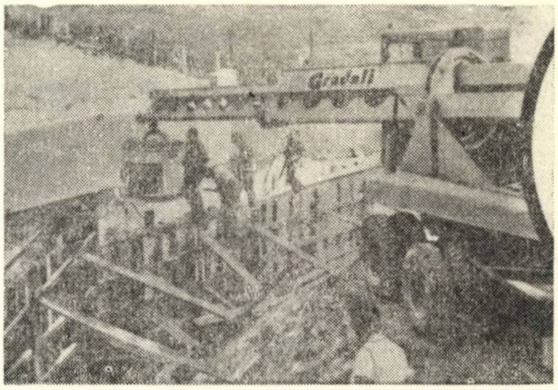


Fig. 8. Executarea turnării betoanelor

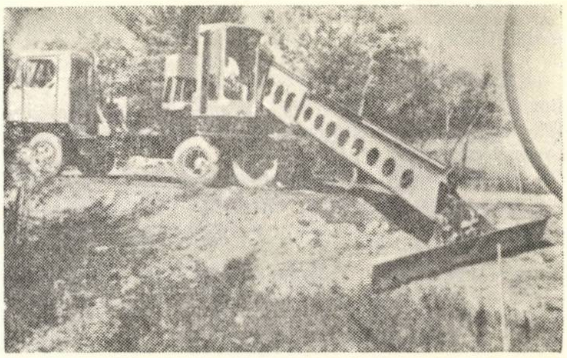
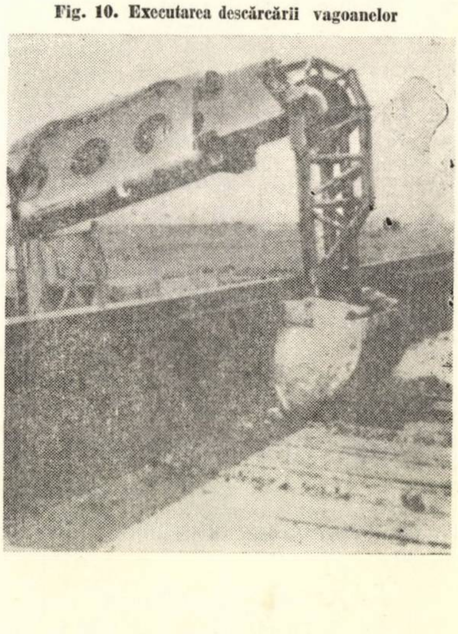


Fig. 9. Executarea nivelării terenurilor

Fig. 10. Executarea descărcării vagoanelor



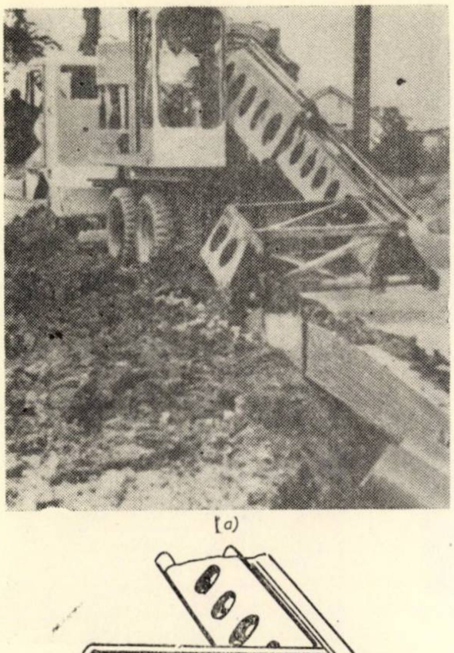


Fig. 11. Executarea şanţurilor laterale paralele cu axa maşinii
a – săparea şanţului; *b* – prelungitorul lateral

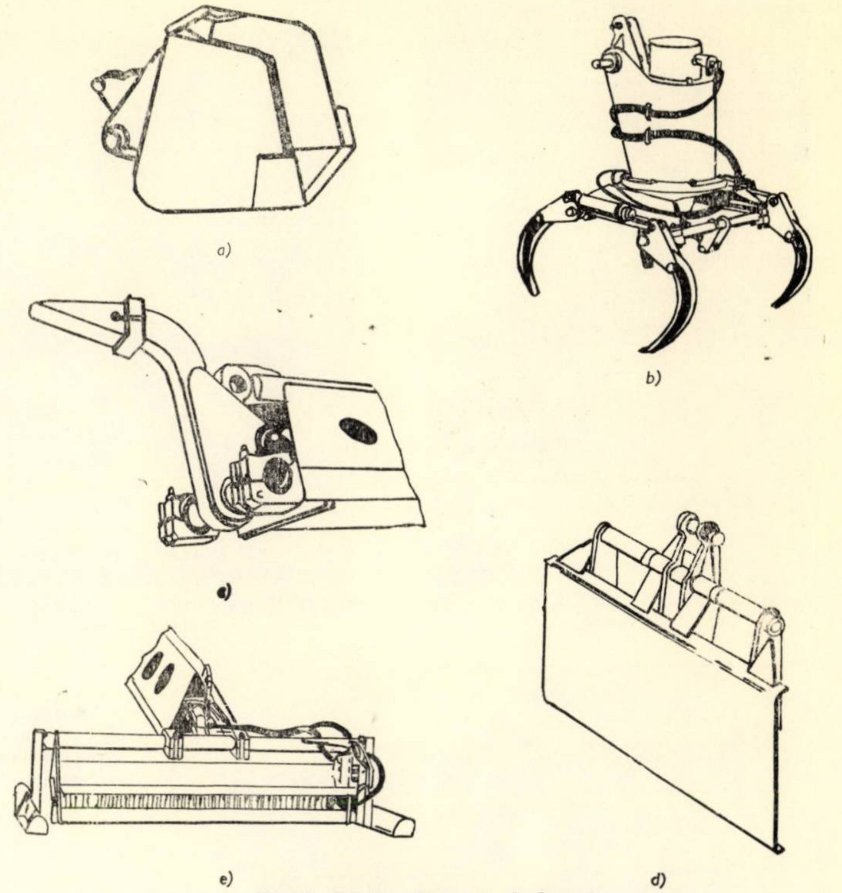


Fig. 13. Diferite echipamente de lucru
a – cupă; *b* – graifăr cu gheare; *c* – dinte pentru dislocări; *d* – lamă de descărcare; *e* – echipament de compactare

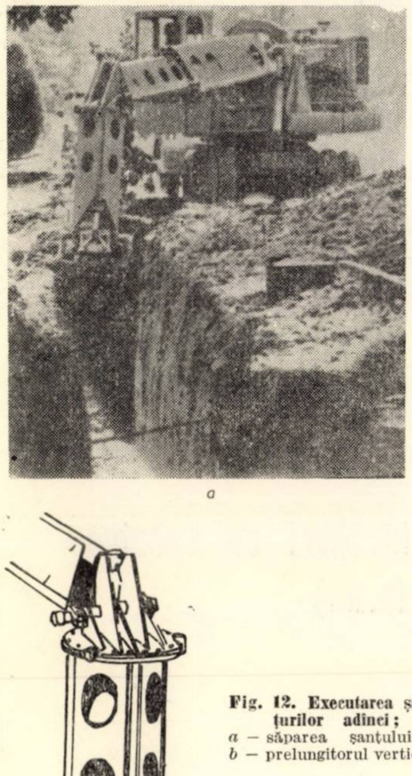


Fig. 12. Executarea şanţurilor adînci;
a – săparea şanţului;
b – prelungitorul vertical

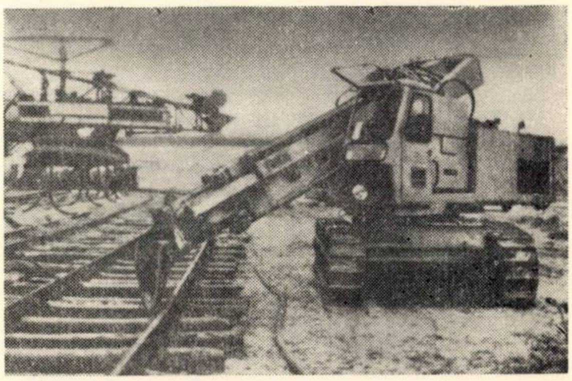


Fig. 14 Executarea montării şinelor de cale ferată

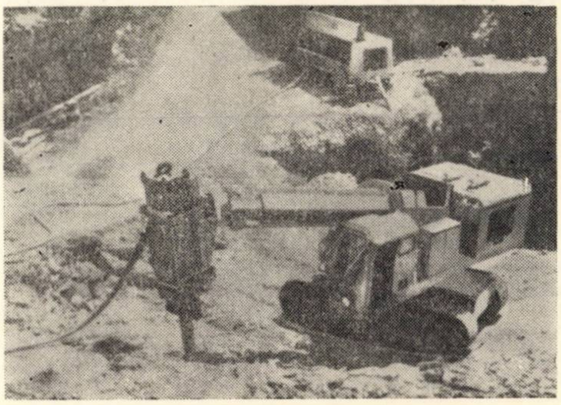


Fig. 15. Executarea forării pămînturilor foarte tari

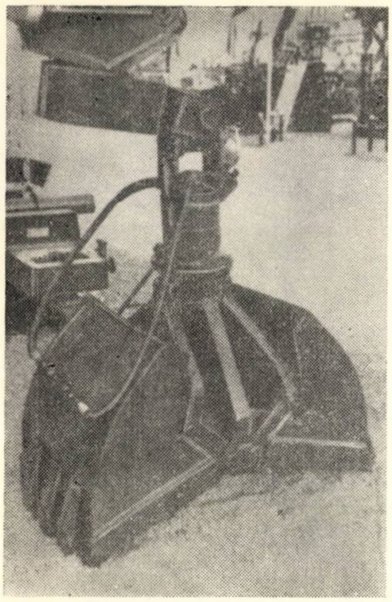


Fig. 16. Echipament de graifăr pentru încărcarea materialelor

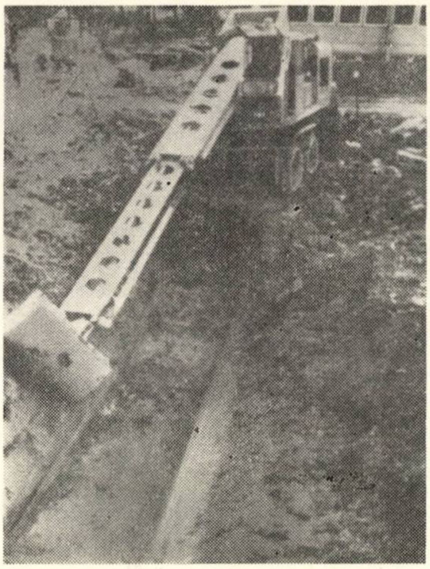


Fig. 17. Executarea săpării cu braţul rotit faţă de axa lui longitudinală

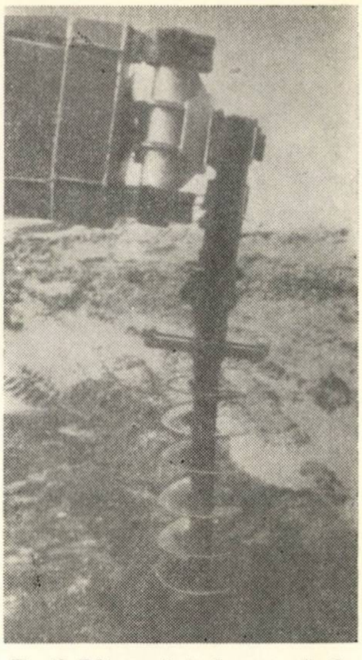


Fig. 18. Echipament de forare a găurilor pentru stîlpi

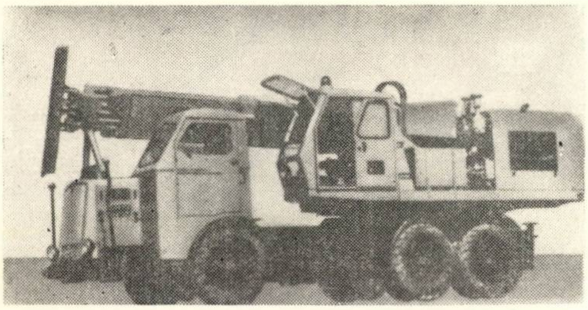


Fig. 19. Excavatorul cu braţ telescopic în poziţie de transport

lungimea minimă, se sprijină pe un suport montat la partea din faţă a excavatorului (fig. 19).

În unele cazuri, la excavatoarele pe şenile sînt prevăzute roţi metalice sau roţi cu pneuri auxiliare, datorită cărora maşina poate circula pe căi ferate sau pe şosele asfaltate.

În ultimul timp au fost aduse noi perfecţionări construcţiei şi acţionării excavatoarelor cu braţ telescopic. Astfel, în S.U.A. au fost brevetate noi tipuri de braţe telescopice. Unul dintre acestea este alcătuit din trei tronsoane tubulare, telescopice, acţionate cu cilindri hidraulici, care pot dubla lungimea de lucru a braţului.

De asemenea, în U.R.S.S. a fost brevetat un nou sistem de acţionare hidrostatică a braţului telescopic, care asigură viteze mărite de scoatare a tronsonului de vîrf, ceea ce duce la mărirea productivităţii maşinii.

Bibliografie

[1] KLUTH P.: *Geräte zur Rationalisierung der Erdbewegung.* Hoch und Tiefbau, nr. 7, 1966.

[2] * * *: *Rubery Owen's first Cradall handed over.* Contract Journal, nr. 4562, 1966.

[3] ** *: *Hydraulic excavator now works from crawlers, too.* Construction, Equipament and Materials, nr. 4, 1967.

[4] * * *: *Gradall G−600*, Warner and Swasey Company, Ohio, S.U.A. (prospect în limba engleză), 1967.

[5] * * *: *Gradall G−800*, Warner and Swasey Company, Ohio, S.U.A. (prospect în limba germană), 1967.

[6] * * *: *Gradall G−1000*, Warner and Swasey Company, Ohio, S.U.A. (prospect în limba engleză), 1967.

[7] * * *: *Satur 035 K*, Podpolianske Strojarne, N. P., DETVA, R. S. Cehoslovacă (prospect în limba cehă), 1967.

[8] ŞOLOH P. I. IANOVSKI V. I.: *Universalnîi excavator-planirovşcih E−4010.* Stroitelnie i dorojnie maşinî, nr. 1, 1964.

[9] * * *: *Teleskopbagger Unidachs L−12, M−17*, Wieger Maschinenbau CMBH, R. F. a Germaniei (prospect în limba germană), 1967.

[10] * * *: *First British Gradall comes of production line.* Highways and Public Works, nr. 1680, 1966.

[11] RASSEL, J-A.: *Extension housing for dipperstick of backhoe.* Brevet S.U.A. nr. 3245559, din 12.04.1966, cl. 214−138.

[12] SCHNITJER B. J.: *Extensible boom.* Brevet S.U.A. nr. 3256779, din 21.06.1966, cl. 91−167.

[13] SMIRNOV O. A., MORGAGEV I. I.: *Ghidroprivod teleskopiceskogo exskavatora.* Brevet U.R.S.S. nr. 184735, din 12.09.1966, cl. 84 d., 9/22.

Stabilitatea termică a construcţiilor pentru încăperi cu sarcină de încălzire dată (pe timp de iarnă)

Ing. Al. Davidescu, ing. V. Zbârcea

Inst. construcţii Bucureşti C.S.C.A.S.

În lucrarea prezentată se urmăreşte problema îmbunătăţirii condiţiilor de utilizare a localurilor de toate tipurile, în tendinţa justificată de confort, ţinînd seamă de folosirea raţională a încălzirilor centrale şi a termoficării.

Stabilitatea termică, putînd fi urmărită în diferite feluri, este folosită aici prin raportul ecartului real de temperatură ΔT între interior T_i şi suprafaţa interioară a peretelui exterior T_{pe}, faţă de diferenţa limită ΔT_0 a temperaturilor din interiorul încăperii şi exterior T_e.

Astfel, coeficientul de stabilitate termică va fi:

$$\beta = \frac{\Delta T_0}{\Delta T} = \frac{T_i - T_e}{T_i - T_{pe}}. \qquad (1)$$

Stabilitatea se urmăreşte pentru pereţii exteriori ai clădirii, în timpul iernii, arătînd de cîte ori căderea totală de temperatură, de la interior pe suprafaţa interioară a peretelui, este mai mică decît diferenţa maximă posibilă.

Pentru condițiile de utilizare a încăperilor, diferența de temperatură ΔT este de o importanță deosebită, deoarece emisia de radiație la temperatura proprie a suprafeței interioare a peretelui dă în încăpere senzația de răceală extrem de neplăcută, care nu este funcție de temperatura aerului din încăpere realizată prin încălzire.

Astfel:

$$q_{rad} = A_{pe} A_0 C_0 \left[\left(\frac{T_0}{100}\right)^4 - \left(\frac{T_{pe}}{100}\right)^4\right] \bar{\varphi}_{pe,0}, \tag{2}$$

în relația (2) fluxul unitar q_{rad} fiind dat de coeficienții de absorbție A, pentru fața interioară a peretelui exterior cu indicele pe și pentru om cu indice 0, de C_0 coeficientul dimensional de emisie al corpului negru, de $\left(\frac{T}{100}\right)^4$ cu indicii corespunzători (legea lui Stefan și Boltzmann cu T temperatura absolută) și de $\bar{\varphi}_{pe,0}$ coeficienții dimensionali denumiți după Poleak, determinați din schimbul reciproc de radiație.

Din relația (2) rezultă clar că efectul de radiație care se stabilește în încăpere poate fi ameliorat prin alegerea rațională a realizării suprafeței interioare a peretelui (zugrăvire, tapetare), depinzînd însă nemijlocit de temperatura T_{pe} a suprafeței interioare a peretelui.

Lucrarea de față are scopul de a prezenta o metodă originală de calcul care să permită determinarea în ciclul de încălzire a temperaturii interioare $T_i = T_i(t)$ variabile în timp și a feței interioare a peretelui $T_{pe} = T_{pe(t)}$, ținînd seamă de acumulările în pereții respectivi, în ceilalți pereți (interiori) și în mobilă.

Dezvoltarea problemei este absolut generală, cînd variația fluxului de încălzire $Q = Q(t)$ are orice formă. De văzut că pentru obținerea rezultatelor finale s-a propus ca pentru rezolvarea ecuației complexe rezultante să se folosească metoda diferențelor finite, metodă care elimină, în cazul prezentat, dificultățile de calcul.

Pentru rezolvarea problemei se pornește de la ecuația bilanțului termic, sub forma:

$$Q \cdot dt = M'_a C_{pa} \cdot dt + M_{ia} C_{pa} (T_i - T_e)\, dt + \\ + Q_{pi}\, dt + Q_{pe} \cdot dt. \tag{3}$$

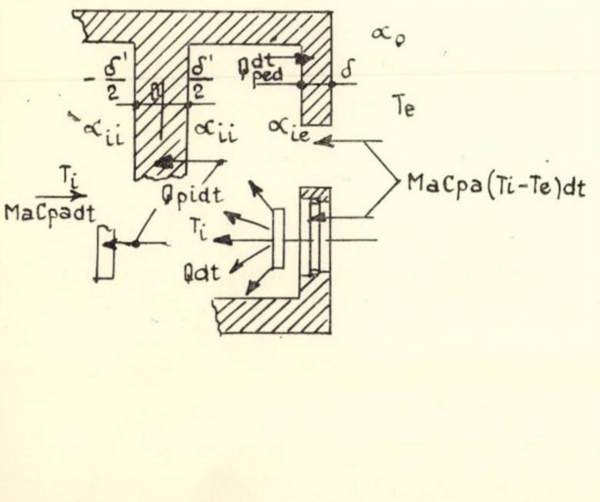
În bilanț, membrul întîi reprezintă căldura elementară procurată prin încălzire, primul termen din membrul al doilea reprezintă căldura elementară absorbită de aerul din încăpere, al doilea termen, căldura elementară preluată de aerul infiltrat în încăpere, al treilea termen, căldura elementară acumulată în pereții interiori și în mobilă sau dată de aceștia și ultimul termen, căldura elementară acumulată în pereții exteriori ai încăperii sau dată de aceștia.

În ecuația (3) a bilanțului termic, Q este fluxul de căldură introdus prin încălzire, M'_a masa aerului din interiorul încăperii, M_{ia} debitul de aer infiltrat, C_{pa} căldura specifică medie a aerului, T_i temperatura interioară, T_e temperatura exterioară și t timpul.

În aceasta, Q, M_{ia}, T_i și T_e sînt variabile în timp.

Datele de calcul din bilanț pot fi urmărite în figura 1.

Fig. 1



În relația (3) a bilanțului termic:

$$-Q_{pi} = \sum_{s=1}^{n_1} S_s q_s = \sum_{s=1}^{n_1} S_s \alpha_{is} [(T_i - T)_{x'=\frac{\delta'}{2}}]_s = \\ = \sum_{s=1}^{n_1} S_s \alpha_{is} (T_i - T_{pi})_s \tag{4}$$

și

$$-Q_{pe} = \sum_{r=1}^{n_2} S_r q_r = \sum_{r=1}^{n_1} S_r \alpha_{ir} [(T_i - T)_{x=0}]_r = \\ = \sum_{r=1}^{n_1} S_r \alpha_{ir} (T_i - T_{pe})_r. \tag{5}$$

Indicii s sînt pentru interior și r pentru exterior, S sînt suprafețele, q fluxurile unitare, α_i coeficientul de schimb superficial la interior și T_{pi} temperatura peretelui, n_1 fiind numărul pereților interiori și al mobilelor, iar n_2 numărul pereților exteriori.

Pentru calculul fluxului **la** pereții interiori Q_{pi} se determină cîmpul de temperaturi pornind de la ecuația lui Fourier:

$$\frac{\partial T'}{\partial t} = a' \frac{\partial^2 T'}{\partial x'^2}. \tag{6}$$

Cu x' grosimea peretelui și $a' = \frac{\lambda'}{\rho c_p}$ coeficientul de difuzibilitate de temperatură, λ' fiind coeficientul de conductibilitate, ρ densitatea și c_p căldura specifică a materialului peretelui interior.

Avînd în camerele interioare aceeași temperatură T_i, după cum se vede în figura 1, există o simetrie a cîmpului de temperaturi, deci prima condiție de unicitate este:

$$T'(x', t) = T'(-x', t). \tag{7}$$

A doua condiție de unicitate este condiția temporală:

$$T'(x', t = 0) = T'_1 = \text{constant}, \tag{8}$$

iar a treia este condiția la limita de schimb superficial:

$$-\lambda' \left(\frac{\partial T'}{\partial x'}\right)_{x'=\frac{\delta'}{2}} = \alpha_{ie} (T_i - T)_{x'=\frac{\delta'}{2}} \tag{9}$$

Soluția generală a ecuației (6) este:

$$T'(x', t) = \sum_{j=1}^{\infty} (A_j \sin m_j x' + B_j \cos m_j x')\, exp \times \\ \times (-a' m_j^2 t) + Cx' + D \tag{10}$$

în care s-a folosit schimbarea variabilelor:

$$T'(x', t) = T(t) \cdot X(x'). \tag{11}$$

Cu acestea, ecuația (6) devine:

$$\frac{T'(t)}{T(t)} = a \frac{X''(x')}{X(x')} = -am^2, \tag{12}$$

de unde:

$$T(t) = A'\, exp\, (-a' m^2 t) \tag{13}$$

și:

$$X(x') = B' \sin mx' + C' \cos mx', \tag{14}$$

deci o soluție particulară:

$$T'(x' \cdot t) = (A \sin mx' + B \cos mx')\, exp\, (-a' m^2 t). \tag{15}$$

O a doua soluție particulară este cea a regimului staționar:

$$T'(x', t = \infty) = Cx' + D, \tag{16}$$

de unde soluția generală apare de forma (10) în care m_j sînt funcțiile proprii și A_j, B_j, C și D constante parametrice de integrate.

Din soluţia (10), simetria scrisă în forma (7) duce imediat la aflarea constantelor:

$$A_j = 0 \qquad (17)$$

$$C = 0 \qquad (18)$$

cu care:

$$T'(x', t) = \sum_{j=1}^{\infty} B_j \cos m_j x' \, exp\,(-a' m_j^2 t) + D. \qquad (19)$$

Din aceasta, temperatura pe perete va fi:

$$T'\left(x' = \frac{\delta'}{2}, t\right) = T_{pi} =$$

$$= \sum_{j=1}^{\infty} B_j \cos m_j \frac{\delta'}{2} \, exp\,(-a' m_j^2 t) + D \qquad (20)$$

Condiţia temporală (8) scrisă pentru ecuaţia (10):

$$T'(x', t = 0) = \sum_{j=1}^{\infty} B_j \cos m_j x' + D = T_1' = \text{constant} \qquad (21)$$

duce la ecuaţia:

$$\sum_{j=1}^{\infty} B_j \cos m_j x' = T_1' - D. \qquad (22)$$

Condiţia la limită (9) aplicată la ecuaţia (10):

$$\lambda' \sum_{j=1}^{\infty} m_j B_j \sin m_j \frac{\delta'}{2} \, exp\,(-a' m_j^2 t) = \alpha_{is} \Bigg[T_i -$$

$$- \sum_{j=1}^{\infty} B_j \cos m_j \frac{\delta'}{2} \, exp\,(-a' m_j^2 t) - D \Bigg] \qquad (23)$$

duce la relaţia:

$$\sum_{j=1}^{\infty} B_j \left(\frac{m_j \lambda'}{\alpha_{is}} \sin m_j \frac{\delta'}{2} + \cos m_j \frac{\delta'}{2} \right) exp\,(-a' m_j^2 t) = T_i - D. \qquad (24)$$

Ipoteza că T_i variază în limite strînse, dacă se lucrează aşa cum s-a spus la început cu variaţia finită a timpului Δt (de exemplu $\Delta t = 1$ h), luîndu-se pentru fiecare Δt temperatura interioară medie $T_i = T_{im}$ rezultă din (24):

$$D = T_i \qquad (25)$$

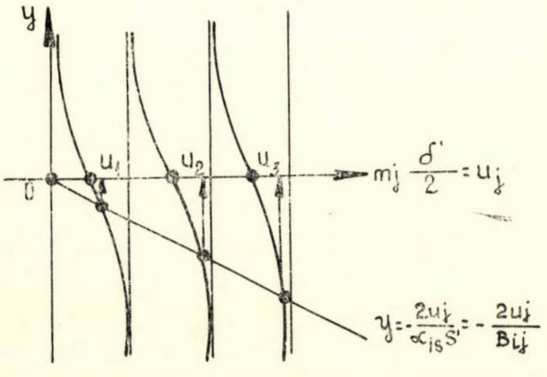
$$\frac{m_j \lambda'}{\alpha_{is}} \sin m_j \frac{\delta'}{2} + \cos m_j \frac{\delta'}{2} = 0, \qquad (26)$$

ultima ecuaţie fiind rezolvată grafic sub forma:

$$-\frac{\lambda' m_j \frac{\delta'}{2}}{\alpha_{is} \frac{\delta'}{2}} = \text{ctg}\, m_j \frac{\delta'}{2} = y, \qquad (27)$$

rezultatele putînd fi urmărite în figura 2.

Fig. 2


y
0
u_1
u_2
u_3
$m_j \frac{\delta'}{2} = u_j$
$y = -\frac{2u_j}{\alpha_{is} \delta'} = -\frac{2u_j}{Bi_j}$

Din figura 2 rezultă valorile proprii:

$$m_j = \frac{2u_j}{\delta'}. \qquad (28)$$

Pornind de la ecuaţia (22) cu $D = T_i$:

$$\sum_{j=1}^{\infty} B_j \cos m_j x' = T_1' - T_i, \qquad (29)$$

scriind:

$$\int_0^1 \cos ax' \cdot \cos bx' \, dx = \frac{\sin (a+b)}{2(a+b)} + \frac{\sin (a-b)}{2(a-b)} \qquad (30)$$

rezultă funcţia ortogonală normată a lui $\cos m_j x'$:

$$\Psi_j(x') = \cos m_j x' \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4m_j} \cdot \sin m_j} \qquad (31)$$

cu care:

$$B_j = \frac{(T_1' - T_i) \sin m_j}{m_j + \sin m_j \cos m_j} \qquad (32)$$

şi deci:

$$T_{pi} = \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(T_1' - T_i) \cos m_j \frac{\delta'}{2}}{\frac{m_j}{\sin m_j} + \cos m_j} exp\,(-a' m_j^2 t) + T_i.$$

(33)

Este de observat că seria (33) este foarte repede convergentă, calculul arătînd că se poate lua cu o bună exactitate, pentru calcule, un singur termen. Cu aceasta:

$$T_{pi} = \frac{(T_1' - T_i) \cos m_1 \frac{\delta'}{2}}{\frac{m_1}{\sin m_1} + \cos m_1} \cdot exp\,(-a' m_1^2 t) + T_i \qquad (34)$$

şi deci:

$$-Q_{pi} = -$$

$$- \sum_{s=1}^{n_1} S_s \alpha_{is} \left[\frac{(T_1' - T_i) \cos m_1 \frac{\delta'}{2}}{\frac{m_1}{\sin m_1} + \cos m_1} exp\,(-a m_1^2 t) \right]_s \qquad (35)$$

Pentru calculul fluxului la pereţii exteriori Q_{pe} se porneşte de la variaţia cîmpului de temperaturi:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \qquad (36)$$

avînd condiţia temporală de unicitate:

$$T(x, t = 0) = f(x) \qquad (37)$$

şi cele la limita de speţa a treia:

$$-\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=0} = \alpha_{ir} (T_i - T)_{x=0}; \qquad (38)$$

$$-\lambda \left(\frac{\partial T}{\partial x} \right)_{x=\delta} = \alpha_{er} (T - T_e)_{x=\delta} \qquad (39)$$

soluţia generală a ecuaţiei (36) analog cu (11)...(15)

$$T(x, t) = \sum_{j=1}^{\infty} (A_j \sin \omega_j x + B_j \cos \omega_j x) \, exp\,(-a\omega^2 x) + Cx + D, \qquad (40)$$

din care :

$$T(x=0,\ t) = T_{pe} = \sum_{j=1}^{\infty} B_j\, exp\,(-a\omega^2 t) + D. \tag{41}$$

Condiția temporală (37) cu $f(x) = E_x + F$ din dezvoltarea Taylor în jurul originii (Mac Laurin) luînd din serie o variație liniară :

$$T(x,\ t=0) = \sum_{j=1}^{\infty} (A_j \sin \omega_j x + B_j \cos \omega_j x) + C_x + D = \\ = f(x) \approx Ex + F, \tag{42}$$

din care rezultă :

$$\sum_{j=1}^{\infty} (A_j \sin \omega_j x + B_j \cos \omega_j x) = (E - C)_x + F - D = \varphi(x) \tag{43}$$

condiția la limită (38) duce la relația :

$$-\lambda\left[\sum_{j=1}^{\infty} \omega_j A_j\, exp\,(-a\omega_i^2 t) + C\right] = \\ = \alpha_{ir}\left[T_i - \sum_{j=1}^{\infty} B_j\, exp\,(-a\omega_j^2 t) - D\right] \tag{44}$$

care pusă sub forma :

$$\sum_{j=1}^{\infty}\left(B_j - \frac{\lambda\omega_j}{\alpha_{ir}} A_j\right) exp\,(-a\omega_j^2 t) = T_i - D + \frac{\lambda}{\alpha_{ir}} C \tag{45}$$

dă relația :

$$B_j = \frac{\lambda\omega_j}{\alpha_{ir}} A_j \tag{46}$$

și :

$$T_i - D + \frac{\lambda}{\alpha_{ir}} C = 0. \tag{47}$$

A doua condiție la limită, respectiv a treia condiție de unicitate (39), duce la relația :

$$-\lambda\left[\sum_{j=1}^{\infty} \omega_j (A_j \cos \omega_j \delta - B_i \sin \omega_i \delta)\, exp\,(-a\omega_j^2 t) + C\right] = \\ = \alpha_{er}\left[\sum_{j=1}^{\infty} (A_j \sin \omega_j \delta + B_j \cos \omega_j \delta)\, exp\,(-a\omega_j^2 t) + \right. \\ \left. + c\delta + D - T_e\right] \tag{48}$$

cu variații mici ale lui T_e la $\Delta t = 1$ h luînd $T_e = T_{em}$ valoarea medie pe interval :

$$\sum_{j=1}^{\infty}\left[-\frac{\lambda\omega_j}{\alpha_{er}} \cos \omega_j \delta - \sin \omega_j \delta) A_j + \right. \\ \left. + \left(\frac{\lambda\omega_j}{\alpha_{er}} \sin \omega_j \delta - \cos \omega_j \delta\right) B_j\right] exp\,(-a\omega_j^2 t) = \\ = c\delta + D - T_e + \frac{\lambda}{\alpha_{er}} C, \tag{49}$$

de unde :

$$\left(\frac{\lambda\omega_j}{\alpha_{er}} \cos \omega_j \delta + \sin \omega_j \delta\right) A_j = \left(\frac{\lambda\omega_j}{\alpha_{er}} \sin \omega_j \delta - \cos \omega_j \delta\right) B_j \tag{50}$$

și cu (47) :

$$c\delta + D - T_e + \frac{\lambda}{\alpha_{er}} C = T_i - D + \frac{\lambda}{\alpha_{ir}} C = 0. \tag{51}$$

Din acestea rezultă constantele C și D :

$$C = \frac{1}{\lambda} \frac{T_i - T_e}{\dfrac{1}{\alpha_{ir}} + \dfrac{\delta}{\lambda} + \dfrac{1}{\alpha_{er}}} \tag{52}$$

$$D = T_i + \frac{1}{\alpha_{ir}} \frac{T_i - T_e}{\dfrac{1}{\alpha_{ir}} + \dfrac{\delta}{\lambda} + \dfrac{1}{\alpha_{er}}}\,. \tag{53}$$

Calculul lui ω_j se realizează prin împărțirea relațiilor (50) cu (46) :

$$\frac{\lambda\omega_j}{\alpha_{er}} \cos \omega_j \delta + \sin \omega_j \delta = \frac{\lambda\omega_j}{\alpha_{ir}}\left(\frac{\lambda\omega_j}{\alpha_r} \sin \omega_j \delta - \cos \omega_j \delta\right) \tag{54}$$

sau :

$$\left(\frac{\lambda\omega_j \delta}{\delta\alpha_{er}} + \frac{\lambda\omega_j \delta}{\delta\alpha_{ir}}\right) \cos \omega_j \delta = \left(\frac{\lambda\omega_j \delta}{\delta\alpha_{ir}} \cdot \frac{\lambda\omega_j \delta}{\delta\alpha_{er}} - 1\right) \sin \omega_j \delta, \tag{55}$$

din care :

$$\frac{\dfrac{1}{B_{ii} B_{ie}} (\omega_j \delta)^2 - 1}{\omega_j \delta \left(\dfrac{1}{B_{ie}} + \dfrac{1}{B_{ii}}\right)} = \operatorname{tg} \omega_j \delta = y \tag{56}$$

cu B_i criteriul denumit după Biot $B_i = \frac{\alpha l}{\lambda}$ cu indicii *i* pentru interior și *e* pentru exterior (fig. 2).

Ecuația (56) se rezolvă grafic după cum se vede din figura 3.

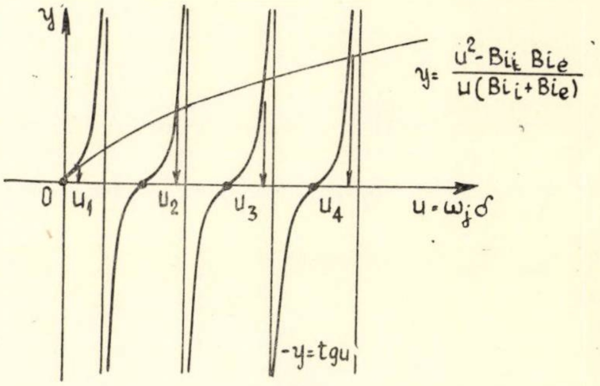


Fig. 3

Scriind ecuația condiției temporale (43) sub forma :

$$\sum_{j=1}^{\infty} A_j \left(\sin \omega_j x + \frac{\omega_j \delta}{B_{ii}} \cos \omega_j \delta\right) C' x + D' \tag{57}$$

funcția ortogonală normată se obține cu :

$$a_j = \operatorname{arc\,tg} \frac{\omega_j \delta}{B_{ii}} \tag{58}$$

și

$$\frac{1}{\cos a_j} (\sin \omega_j \times \cos a_j + \sin a_j \cos \omega_j x) = \frac{\sin (a_j + \omega_j x)}{\cos a_j}\,. \tag{59}$$

Punînd aici $a_j + \omega_j x = \omega_j z$ și $\omega_j dx = \omega_j dz$ din:

$$\int_0^1 \sin(a_j + \omega_j x)\,\Psi_i(x)\cdot dx = 0 \tag{60}$$

$$\int_0^1 \sin(a_j + \omega_j x)\,\Psi_j(x)\,dx = 1 \tag{61}$$

rezultă:

$$\Psi_j(x) = \sin(a_j + \omega_j x)\frac{\cos a_j}{\frac{1}{2} - \frac{1}{4(a_j+\omega_j)}\sin(a_j+\omega_j)}\int_0^1 (c' x +$$

$$+ D')\sin(a_j + \omega_j x)\,dx \tag{62}$$

din care:

$$\int_0^1 C' x \sin(a_j + \omega_j x)\,dx + \int_0^1 D' \sin(a_j + \omega_j x)\,dx = -$$

$$- \frac{1}{\omega_j} D' [\cos(a_j + \omega_j) - \cos\omega_j] + C' \frac{1}{\omega_j}[\sin(a_j +$$

$$\omega_j) - \cos(a_j + \omega_j) - \sin\omega_j] \tag{63}$$

cu aceasta:

$$A_j = \frac{\cos a_j}{\omega_j\left[\frac{1}{2} - \frac{1}{4(a_j+\omega_j)}\sin(a_j+\omega_j)\right]}\{C'[\sin(a_j + \omega_j) -$$

$$- \sin a_j] - D'[\cos(a_j + \omega_j) - \cos a_j]\} \tag{64}$$

și:

$$B_j = \frac{\omega_j\,\delta}{B_{ii}}\cdot A_j. \tag{65}$$

Deci cu A_i, B_{jo}, ω_j, C și D cunoscuți:

$$T(x,\ t) = \sum_{j=1}^{\infty}(A_j \sin\omega_j x + B_j \cos\omega_j x)\,exp(-a\omega_j^2 t) + Cx + D, \tag{66}$$

din care:

$$T_{pe} = \sum_{j=1}^{\infty} B_j\,exp(-a\omega_j^2 t) + D \tag{67}$$

serie repede convergentă, în care calcule practice arătînd că se poate lua un singur termen:

$$T_{pe} = B_1\,exp(-a\omega_1^2 t) + D \tag{68}$$

cu:

$$B_1 = \frac{\delta\cos a_1}{B_{ii}\left[\frac{1}{2} - \frac{1}{4(a_1+\omega_1)}\sin(a_1+\omega_1)\right]}\{C'[\sin(a_1 + \omega_1) -$$

$$\cos(a_1 + \omega_1) - \sin a_1] - D'[\cos(a_1 + \omega_1) - \cos a_1]\} \tag{69}$$

și:

$$a_1 = \operatorname{arc\,tg}\frac{\omega_1\,\delta}{B_{ii}} \tag{70}$$

rezultă:

$$C' = \frac{1}{\lambda}\,\frac{T_i' - T_e}{\frac{1}{\alpha_{ir}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{er}}} - \frac{1}{\lambda}\,\frac{T_i - T_e}{\frac{1}{\alpha_{ir}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{er}}} \tag{71}$$

$$B' = T_i' + \frac{1}{\alpha_{ir}}\,\frac{T_i' - T_e}{\frac{1}{\alpha_{ir}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{er}}} -$$

$$-\left(T_i + \frac{1}{\alpha_{ir}}\,\frac{T_i - T_e}{\frac{1}{\alpha_{ir}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{er}}}\right) \tag{72}$$

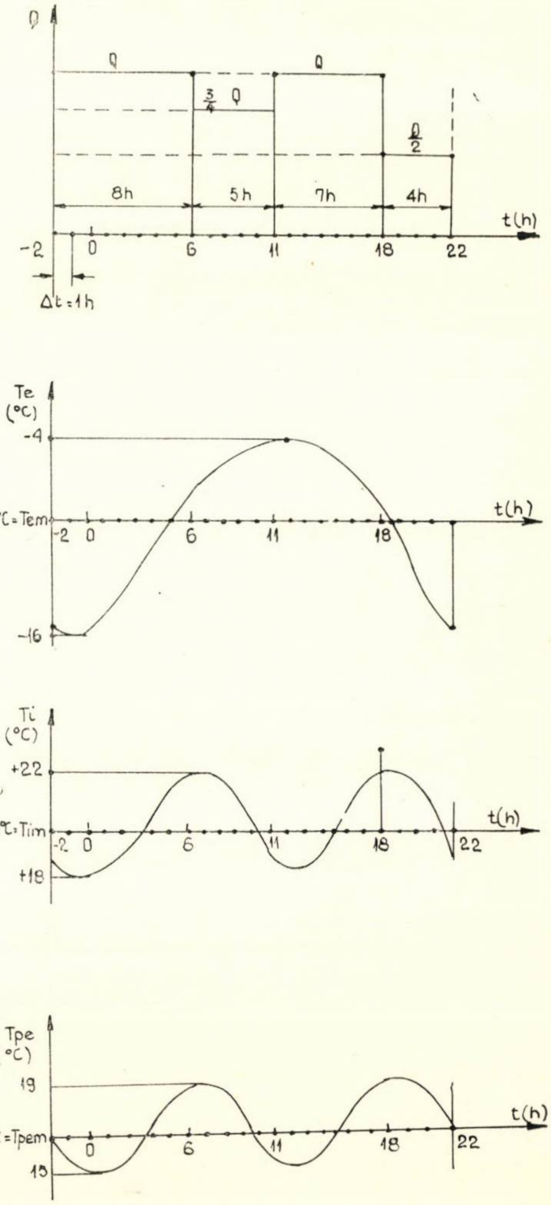
$$D = T_i + \frac{1}{\alpha_{ir}}\,\frac{T_i - T_e}{\frac{1}{\alpha_{ir}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{er}}} \tag{73}$$

cu aceasta:

$$-Q_{pe} = \sum_{r=1}^{n_2} S_r\,\alpha_{ir}\left[-B_1\,exp(-a\omega_1^2 t) - \right.$$

$$\left.\frac{1}{\alpha_{ir}}\,\frac{T_i - T_e}{\frac{1}{\alpha_{ir}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{er}}}\right]_r \cdot \tag{74}$$

Fig. 4



Bilanţul termic cu G_a' mic se transformă în bilanţ de fluxuri:

$$Q = M_{ia}\, C_{pa}\,(T_i - T_e) + Q_{pi} + Q_{pe} = M_{ia}\, C_{pa}\,(T_i - T_e) +$$
$$+ \sum_{j=1}^{n_1} S_s\, \alpha_{is} \left[\frac{(T_i - T_e)\cos m_1 \dfrac{\delta'}{2}}{\dfrac{m_1}{\sin m_1} + \cos m_1} \cdot exp\,(-\,a m_1^2 t) \right]_s +$$
$$+ \sum_{r=1}^{n_2} S_r\, \alpha_{ir} \left[\frac{1}{\alpha_{ir}}\, \frac{T_i - T_e}{\dfrac{1}{\alpha_{ir}} + \dfrac{\delta}{\lambda} + \dfrac{1}{\alpha_{ir}}} + B_1\, exp\,(-\,a \omega_1^2 t) \right]_r \cdot \tag{75}$$

De văzut că se poate face cu diferenţe finite şi un calcul în care se urmăreşte direct bilanţul termic (3).

Calculul se face pentru $t = 0$, $\Delta t = 1$ h, $2\Delta t = 2$ h..., $24\Delta t = 24$ h, scoţîndu-se T_{i0}, T_{i1}, $T_{i2} \ldots T_{i24}$.

Înainte de aceasta, bineînţeles, s-a calculat cu relaţia (68), T_{pe0}, T_{pe1}, $T_{pe2} \ldots T_{pe21}$.

Trebuie să se facă un calcul pe mai multe cicluri, ca să se stingă influenţa condiţiilor iniţiale, dacă în calcul ele nu sînt cunoscute cu precizie (lucru normal pentru situaţiile de acumulare), lucru care nu afectează decît în foarte mică măsură rezolvarea problemei, fiind vorba de un volum redus de muncă.

Cînd se urmăreşte o exactitate mai mare a rezultatelor, Δt trebuie să fie cît mai mic.

Pe baza metodei propuse s-au făcut calcule şi măsurători prin INCERC la oraşul Gheorghe Gheorghiu-Dej şi prin Intreprinderea 105 de instalaţii la Braşov.

Încărcarea termică pentru un caz particular pe care îl introducem în lucrarea de faţă este dată în figura 4. Rezultatele calculului sînt arătate de asemenea în figura 4.

Variaţia temperaturilor T_i şi T_{pe}, date în figura 4, care au dat posibilitatea să se calculeze coeficientul de stabilitate termică în baza relaţiei (1), au fost verificate pe bază de măsurători de lungă durată. În numeroase cazuri urmărite a rezultat o bună concordanţă a măsurătorilor cu calculele, eroarea fiind totdeauna sub ±2,5%.

Variaţii ale umidităţii în masele de agregate

Ing. S. Şuler, ing. R. Gertler
INCERC

Subiectul acesta a constituit obiectul unei cercetări de sondaj făcute la Institutul de cercetări pentru construcţii şi economia construcţiilor (INCERC), în cadrul preocupărilor pentru o mai bună organizare a funcţionării staţiilor de beton.

Necesitatea unei cunoaşteri mai aprofundate a acestui fenomen de variaţie a umidităţii în masele de agregate a fost motivată de două aspecte practice, şi anume:

— care ar trebui să fie regimul de circulaţie, inclusiv depozitarea agregatelor, care să le asigure o cît mai scăzută umiditate, în special în condiţii de iarnă, cunoscute fiind dificultăţile tehnice de dezgheţare, proporţionale cu gradul de umiditate;

— care ar trebui să fie frecvenţa măsurătorilor de umiditate a sorturilor de agregate, prin care să se asigure respectarea dozelor de apă prevăzute în reţetele de beton.

Acest fapt prezintă importanţă dacă se ţine seama că [1] o variaţie de ±3% a umidităţii nisipului (ceea ce reprezintă o cifră destul de frecventă în condiţii de iarnă) are drept efect fluctuaţii ale mărcii betonului de 20—23%; evitarea scăderii de rezistenţă necesită mărirea dozei de ciment cu circa 15%.

Într-o primă etapă s-au cules date într-o perioadă de iarnă-primăvară de pe diferite şantiere, privitor la umiditatea agregatelor în momentul aprovizionării şi în momentul folosirii. În tabela 1 se prezintă rezultatele medii obţinute din peste 350 de observaţii.

Constatările care s-au impus, de la aceste prime observaţii, au fost:

— Sorturile de agregate care conţin parte fină, fie că este vorba de balast sau de nisipuri 0—3, 0—7, se prezintă atît la sosire, cît şi la folosire cu o umiditate sensibil superioară faţă de sorturile pietroase (nisip 3—7 sau pietriş 7—30 mm). Această diferenţă este de ordinul a 2—3 procente de umiditate, adică circa 35—50 l apă/m³, şi se explică dacă se are în vedere creşterea capacităţii de reţinere a apei de către materialele hidrofile, avînd un grad de dispersie mare.

— Starea de umiditate în momentul sosirii variază în limite largi la sorturile cu parte fină, de la un şantier la altul sau de la o tranşă la alta. Acest fapt este pus în evidenţă de ecarturile tip relative ale seriilor statistice de observaţii, care pentru sorturile menţionate (rîndurile 1—3 din tabela 1) au valori ridicate, de ordinul a 35—50%, faţă de sorturile pietroase, unde aceste valori coboară în jur de 20—25%.

— În schimb, în perioada de depozitare pînă în momentul folosirii, umidităţile se omogenizează în diferite depozite luate sub observaţii, în aşa măsură încît ecarturile tip scad în jurul limitelor de 15—20%, chiar sub nivelul celor de la sorturile pietroase.

— Ca orientare generală, observaţiile au arătat că în perioada de iarnă-primăvară cînd s-a făcut investigaţia, ne putem aştepta în momentul folosirii la umidităţi de ordinul a 4,2—5,6% la sorturile cu parte fină şi de 2,3—2,9% la cele pietroase.

Această primă investigaţie de sondaj, deşi aducea anumite informaţii semnificative, nu ni s-a părut suficient de diferenţiată, întrucît nu ţinea seamă de o serie de caracteristici importante, cum ar fi durata de timp cît materialele fuseseră ţinute în depozitele balastierelor şi în depozitele staţiilor de betoane, condiţiile de temperaturi negative în

Tabela 1

Variaţii ale umidităţii agregatelor din momentul sosirii pe şantier pînă în momentul folosirii

Natura materialului	Momentul măsurării	Umiditatea materialului (%)	Ecarturi tip relative ale seriilor statistice
1	2	3	4
1. Balast 0—40 şi 0—70	la sosire	5,20	37,70
	la folosire	4,68	13,67
2. Nisip 0—3 mm	la sosire	6,40	49,50
	la folosire	5,60	20,20
3. Nisip 0—7 mm	la sosire	6,80	36,20
	la folosire	4,17	21,70
4. Nisip 3—7 mm	la sosire	3,25	26,50
	la folosire	2,87	23,65
5. Pietriş 7—30 mm	la sosire	2,40	21,30
	la folosire	2,30	26,90

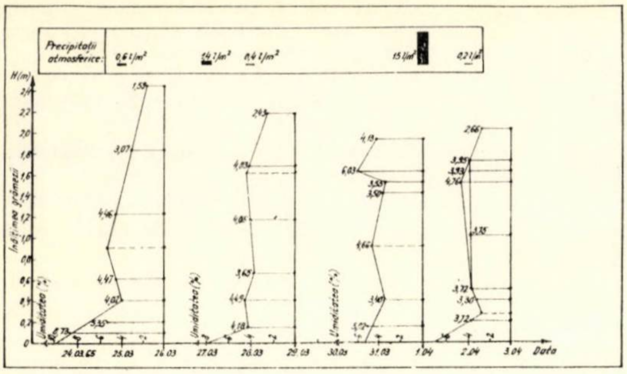


Fig. 1. Fluctuația umidității în grămezi de nisip (observații efectuate de stația de betoane SPC Gh. Dimitrov)

care ele fuseseră transportate și depozitate, intemperiile intervenite etc.

Au atras atenția în mod special scăderile prea reduse de umiditate — în jur de 1 % — pe timpul cît agregatele se aflau în depozitele stațiilor de betoane. Acest fenomen a fost pus în seama faptului că o bună parte din material sosea în depozite în stare înghețată, ceea ce împiedica o circulație normală a umidității.

Circulația umidității prin masa de agregate respectă o lege de forma propusă de L.A. Richards [2] și anume:

$$v = k_w \frac{\Delta u}{\Delta l}$$

unde

v este fluxul (viteza) migrației apei;

k_w — coeficientul de hidroconductivitate a mediului poros nesaturat, care nu este o constantă, ci depinde de starea de umiditate a acestuia;

Δu — presiunea apei din pori (exprimată de obicei în înălțimea de coloană de apă);

Δl — lungimea drumului parcurs.

Determinările efectuate au urmărit să stabilească modul în care avea loc omogenizarea umidității într-o masă de agregate. Cercetarea s-a făcut la nisip, la care variațiile de umiditate erau cele mai semnificative. Probele s-au luat de la diferite adîncimi ale grămezilor (fig. 1). Concluziile constatate se înscriu în cadrul legii sus-amintite și au fost următoarele:

— Contrar presupunerilor preliminare, umiditatea nu varia liniar pe înălțimea grămezilor, ci prezenta un profil variat, cu mai multe maxime și minime.

— În această situație, pornind de la ipoteza că vîrfurile de la diferitele adîncimi sînt probabil efecte ale unor ploi trecute și că, deci, precipitațiile căzute nu se scurg prea repede prin masa de material, s-au continuat determinările de umiditate o perioadă de timp, corelîndu-le cu cantitățile de precipitații căzute. S-a putut urmări astfel cum vîrfurile de umiditate de la o ploaie sau alta pătrundeau cu încetul către fundul grămezii.

— S-a observat că viteza ,,valului'' principal de umiditate provocat de o precipitație variază cu intensitatea acesteia. La măsurătorile efectuate, această viteză a variat de la 15 cm/zi pentru o ploaie de 0,6 l/m² pînă la 65 cm/zi pentru o ploaie 15 l/m². Într-o primă aproximație, relația dintre viteza de coborîre a umidității (Vu, în cm/zi) și intensitatea precipitației (p, în l/m²) s-ar putea exprima după datele obținute printr-o formulă empirică de forma:

$$Vu = 17\sqrt{p}.$$

— Pe baza observațiilor s-a stabilit o funcție de regresie din care se poate estima valoarea maximă probabilă a umidității (i_z, în procente de umiditate) la o adîncime z (în m) în funcție de umiditatea de la suprafață (i_s):

$$i_z \leqslant 2{,}16\, z + (0{,}65\, z + 1)\, i_s.$$

Această formulă empirică are însă un caracter cu totul orientativ, datorită în primul rînd faptului că coeficientul de corelație obținut a fost relativ slab ($r = 0{,}4$). În plus, formula este valabilă pentru efectele ultimei intemperii intervenite, fără a putea relata asupra minimelor sau maximelor care apar în adîncimea masei de material ca efecte ale altor ploi trecute.

— S-a observat că umiditatea de la suprafață scade destul de repede, la cîteva zile după o ploaie situîndu-se în jur de 1,6—2,0 %.

— În schimb, la fundul grămezilor observate se păstrează o umiditate ridicată, care se ridică pînă la circa 10 %. Aceste observații bazate pe un număr mic, de numai 160 de măsurători, corelate cu cele din prima etapă, permit totuși o orientare în aspectele practice de la care s-a plecat.

RELATIV LA REGIMUL DE CIRCULAȚIE A MATERIALELOR (INCLUSIV DEPOZITAREA)

Aprovizionarea în condiții de iarnă cu agregate care conțin parte fină (balast, nisip 0—3, 0—7) s-a dovedit contraindicată, întrucît umiditatea la sosire era ridicată (în medie, 5,2—6,8 %), rămînînd la un nivel ridicat și în momentul folosirii (4,2—5,6 %).

În schimb, în perioadele cu temperaturi pozitive și fără intemperii, umiditatea acestor materiale care conțin parte fină coboară și se stabilizează la suprafață în jur de 1,5 — 2,0 %, sau în adîncime, la 2—3 %. Aceste umidități devin comparabile cu acelea ale sorturilor pietroase.

Scurgerea surplusului de umiditate se face cu o viteză de cîteva zeci de conținuturi pe zi. Se poate deci estima că omogenizarea umidității (fie că derivă de la extragerea materialului sau dintr-o ploaie) se face într-o perioadă de cîte 3—4 zile pentru fiecare metru de adîncime a grămezii. De aci se poate deduce că eventuala protejare împotriva intemperiilor (care s-ar lua în discuție la sorturile cu parte fină) este necesară doar pe timpul unei perioade limitate, înainte de folosire, care se poate estima pe baza datelor de mai sus.

Atrage atenția puternica umiditate de la baza grămezilor (pînă la 10 %). Apar ca necesare măsuri pentru ca platformele de depozitare să fie filtrante și să aibă scurgeri.

RELATIV LA REGIMUL DE DETERMINARE A UMIDITĂȚILOR

Observațiile au pus în evidență faptul că controlul variațiilor de umiditate la sorturile cu parte fină (inclusiv balast) va trebui organizat într-un mod diferit — mai atent și mai nuanțat — față de cazul sorturilor pietroase, la care atît umiditatea la sosirea în depozitele stației, cît și fluctuațiile pînă la folosire sînt relativ mici.

Atunci cînd ne găsim într-o perioadă fără intemperii, care, de pildă pentru o grămadă de 3 m înălțime, ar trebui să fie de 9—12 zile pentru omogenizarea umidității, problema controlului acesteia devine simplă și pentru materialele cu parte fină, cu condiția ca platforma de depozitare să fie filtrantă și să aibă scurgerea asigurată.

În perioadele imediat următoare unor intemperii, problema controlului umidității sorturilor cu parte fină prezintă însă aspecte deosebite, din două motive mai importante. În primul rînd, după cum arată observațiile efectuate, umiditatea variază în perioadele de intemperii într-un mod neregulat pe adîncimea grămezilor de material. În al doilea rînd, la majoritatea sistemelor de depozitare practicate în prezent se preia material de la toate înălțimile grămezilor. În cazul stațiilor de beton în două trepte, screperul cu braț sau lopata metalică raclează materialele pe plan înclinat de pe toată înălțimea grămezilor. În cazul stațiilor deservite de depozite la care materialul se scurge prin șibere de fund, după cum este cunoscut, procesul se desfășoară începînd cu scurgerea unui volum cilindric deasupra șiberului pînă la suprafață, după care, prin scurgerea treptată a materialului de la suprafață, cilindrul inițial se transformă într-un crater; deci și în acest caz mișcarea materialului se petrece în permanență pe întreaga înălțime a grămezii. Față de aceste fapte ar rezulta că, pentru materialele cu parte fină, în perioadele cu intemperii, singura soluţie mai satisfăcătoare ar consta din măsurători şarjă cu şarjă. Orice altă soluţie în vigoare privind controlul variaţiilor de umiditate ar necesita revizuiri sub lumina faptelor puse în evidenţă, atît în ce priveşte frecvenţa probelor, cît şi în ce priveşte modul de prelevare a acestora.

În concluzie, considerăm că rezultatele expuse mai înainte arată importanţa care trebuie acordată problemei privind urmărirea variaţiilor de umiditate a agregatelor, problemă care din păcate a fost destul de neglijată.

De asemenea, rezultă că vor trebui făcute studii mai ample, care să permită prevederea dinamicii umidităţii în masa de agregat.

Bibliografie

[1] BOIKO A. G.: *Fabrici de beton organizate după o tehnologie nouă*, Industria construcţiilor (U.R.S.S.) nr. 6, 1958.

[2] ANDREI S.: *Apa în pămînturile nesaturate*. Bucureşti, Ed. tehnică, 1967

Unele aspecte privind prefabricarea construcţiilor industriale parter în Italia

Ing. D. Grigoriu, ing. G. Săndulescu*

I.P.C.T.

Pe linie de colaborare tehnico-ştiinţifică între R. S. România şi Italia în problemele legate de concepţia, proiectarea şi producţia industrială a elementelor prefabricate pentru construcţii, în anii 1966 şi 1967 două delegaţii de specialişti români au făcut vizite de documentare în Italia **.

În cadrul acestei documentări, unul din aspectele importante avute în vedere a fost acela al modului de realizare a construcţiilor industriale parter alcătuite din elemente prefabricate.

În acest scop au fost vizitate circa 20 de firme producătoare de prefabricate, în general cele mai reprezentative, situate în regiunea industrializată din jumătatea de nord a Italiei. De asemenea, au fost vizitate şi ,,A III-a expoziţie internaţională de prefabricate'' şi ,,Salonul internaţional de construcţii industrializate'' de la Bologna, din octombrie 1967.

În articolul de faţă se face o prezentare sumară a diverselor aspecte legate de concepţia, materialele, posibilităţile tehnologice, soluţiile constructive întîlnite în cadrul vizitelor efectuate.

Datorită specificului producţiei de prefabricate din această ţară, este cazul să arătăm din capul locului că cele constatate în cadrul vizitelor efectuate nu se pot generaliza pe întregul sector de construcţii din Italia, ele reprezentînd numai aspecte localizate la întreprinderile vizitate.

De asemenea, întrucît o parte din datele care sînt prezentate în acest articol reprezintă informaţii culese din discuţiile purtate cu diverşi specialişti, ele pot fi afectate uneori de subiectivismul interlocutorului.

I. UNELE CONSTATĂRI PRIVIND ORGANIZAREA COMPLEXĂ PROIECTARE-EXECUŢIE

Organizarea unităţilor de construcţii în Italia este determinată de caracterul economiei capitaliste, bazîndu-se pe existenţa unor firme private, cu volum de lucru variabil, dezvoltarea în timp fiind condiţionată de rentabilitatea investiţiilor făcute, în cadrul unor raporturi de liberă concurenţă.

Firmele producătoare au un caracter complex, asigurîndu-se în cadrul aceleiaşi unităţi, atît proiectarea de arhitectură şi rezistenţă, cît şi executarea prefabricatelor şi realizarea construcţiei pe amplasamentul clientului.

Din punct de vedere organizatoric, o astfel de firmă cuprinde o centrală, de regulă în unul din marile oraşe — atelierele de prefabricate fiind situate în localităţi din vecinătatea oraşului în care se află centrala — şi un mare număr de birouri comerciale distribuite pe întreg cuprinsul Italiei, specializate în efectuarea contractărilor şi vînzarea produselor respective.

Birourile de proiectare cuprind, în general, un număr redus de tehnicieni (10—15), dintre care, de regulă, mai puţin de jumătate sînt ingineri sau arhitecţi. Numărul redus de ingineri trebuie pus în legătură cu faptul că fiecare firmă lucrează în cadrul unei specializări bine determinate, iar pe de altă parte, cu faptul că în cadrul producţiei respective se caută să se limiteze la minimum tipurile de construcţii realizate.

Trebuie remarcat, totodată, că numărul redus de tehnicieni afectaţi proiectării propriu-zise mai are şi o altă explicaţie: în cadrul proiectării unui ansamblu, proiectantul respectiv nu este solicitat să rezolve toate detaliile constructive, ca : detalii de subansambluri de termo- şi hidroizolaţii, detalii de tîmplărie, detalii de realizare a tavanelor, finisajelor, pardoselilor etc., deoarece acestea sînt rezolvate de alte firme, specializate în producerea lor.

S-a constatat o preocupare permanentă, continuă şi bine organizată, în privinţa modului de stabilire a soluţiilor, atît din punctul de vedere al concepţiei generale, precum şi al mecanismului de materializare pînă în stadiul de produs finit, fără să se poată considera aceasta ca un aspect generalizat. Astfel, în cadrul unei asemenea firme specializate pentru o gamă limitată de produse există un număr redus de 2—3 tehnicieni de înaltă calificare, specialişti în domeniul respectiv, care au drept unică sarcină să gîndească şi să studieze permanent noi soluţii de ansamblu sau de detaliu ori perfecţionarea celor existente.

În procesul de elaborare a noilor soluţii, aceşti specialişti sînt ajutaţi prin faptul că cea mai mare parte a documentaţiei tehnice de specialitate se traduce automat de doi, trei traducători şi este ţinută la dispoziţia lor în mod organizat.

Soluţiile noi propuse de aceşti specialişti sînt analizate în cadrul unui consiliu restrîns şi, în cazul în care se apreciază că soluţia este rentabilă, se ia iniţiativa executării prototipurilor experimentale.

Este însă important de subliniat că experimentarea realizată de firma respectivă are ea însăşi un caracter complex, deoarece, după executarea elementelor şi verificarea capacităţii portante, se trece la realizarea unui tronson de construcţie sau chiar a unei construcţii întregi cu folosirea noilor tipuri, pentru a se putea aprecia toate aspectele de fabricaţie, execuţie şi chiar exploatare. Numai după îmbunătăţirea tuturor detaliilor, pentru a da deplină satisfacţie, noile soluţii sînt prezentate clienţilor într-o formă calitativ superioară şi garantată.

II. PROBLEME LEGATE DE PROIECTARE

În realizarea construcţiilor industriale, începînd cu perioada postbelică (1945—1950), în Italia s-a trecut la folosirea elementelor prefabricate, care s-au impus ca o soluţie raţională şi eficientă în special datorită faptului că permite reducerea manoperei de execuţie. Viteza de execuţie legată de scurtarea termenului de dare în folosinţă a construcţiei este de asemenea un factor hotărîtor în promovarea prefabricării ca metodă de lucru generalizată.

---

* Autorii în ordine alfabetică.

** În 1966, delegaţia a fost alcătuită din ing. G. Săndulescu din C.S.C.A.S.-I.P.C.T. şi ing. Dan Dumitrescu C.S.C.A.S.-INCERC, iar în 1967, delegaţia a fost alcătuită din ing. I. Vasilescu din M.I.C.-D.G.P., ing. N. Radu din SGCN, ing. D. Grigoriu din C.S.C.A.S.-I.P.C.T. şi ing. T. Ruptureanu din M.I.C.-I.P.I.M.P.C.

Alegerea între prefabricatele din beton armat şi cele din beton precomprimat se face pe baza unui criteriu unic, şi anume acela al preţului de cost. Folosirea precomprimării ca metodă de reducere a consumului de oţel nu este acceptată şi nu se susţine economic, deşi pe piaţa italiană cantităţile de oţel din producţia proprie sînt limitate şi se recurge la importuri.

Elementele din beton precomprimat sînt, de regulă, promovate numai în acele cazuri în care precomprimarea devine deosebit de avantajoasă, ţinînd seamă de dimensiunile şi încărcările elementului, cum sînt : grinzi cu deschideri mari (18 sau 24 m), elemente de suprafaţă de deschidere mare, elemente liniare la care se impun condiţii de înălţime redusă şi altele.

Soluţiile din beton precomprimat, pentru a putea fi adoptate, trebuie să concureze avantajos soluţiile în beton prefabricat, cu toate că ele impun un consum de manoperă mai mare la execuţie şi o tehnicitate mai ridicată. În legătură cu adoptarea soluţiilor în beton precomprimat este interesant şi un aspect legat de legislaţia privitoare la construcţii din Italia. În această ţară, în perioada în care precomprimarea a început să se dezvolte, acum 15—20 de ani, din cauza unor accidente survenite la construcţii din beton precomprimat, s-a adoptat o lege care, în esenţă, îl obligă pe constructor să prezinte calculele structurilor precomprimate, pentru a fi vizate de Facultatea de construcţii din Roma.

Verificarea acestor calcule, în prezent, datorită numărului mare de lucrări în beton precomprimat, durează cîţiva ani. Din această cauză, acolo unde este posibil, soluţiile în beton precomprimat sînt înlocuite cu soluţii în beton armat. În acele cazuri în care soluţiile în beton precomprimat revin foarte avantajoase, întrucît nu se poate aştepta viza de verificare, se trece la executarea proiectului şi a lucrării propriuzise pe răspunderea integrală a firmei producătoare. Pentru a se preveni neplăceri ulterioare, în calculele efectuate se iau acoperiri substanţiale, ceea ce face ca, în unele cazuri, avantajele betonului precomprimat faţă de ale betonului armat să se atenueze.

Am considerat indicat să prezentăm pe scurt acest aspect, pentru a putea interpreta just condiţiile în care se face alegerea soluţiilor de construcţii, precum şi ponderea betonului precomprimat în ansamblul volumului de beton armat prefabricat, în condiţiile specifice acestei ţări.

III. UNELE ASPECTE PRIVIND MATERIALELE

O caracteristică generală a industriei materialelor de construcţii din Italia o constituie faptul că ea pune la dispoziţia proiectantului şi executantului de construcţii o mare diversitate de materiale de calitate ridicată. Referindu-ne în special la materialele de bază, se poate constata că ponderea acestora în producţie şi în utilizare este covîrşitoare în Italia, dacă nu exclusivă. Aceasta este valabil, atît pentru materialele principale : ciment, oţel, ceramice etc., cît şi pentru materiale auxiliare, din care, în primul rînd, cele plastice,cauciuc, azbociment etc., existînd o permanentă preocupare pentru îmbunătăţirea caracteristicilor acestora. Totodată trebuie relevat că se constată o preocupare pentru crearea de materiale noi cît mai diverse, cu performanţe superioare, care să răspundă în mod optim diferitelor cerinţe şi probleme ce se pun o dată cu evoluţia tehnicii construcţiilor.

Cimenturi şi betoane. O trăsătură comună tuturor elementelor prefabricate produse de diversele întreprinderi o constituie, aproape fără excepţie, marca ridicată a cimenturilor şi respectiv a betoanelor cu care ele sînt confecţionate.

La toate fabricile vizitate s-a putut constata o utilizare aproape exclusivă a unor tipuri de cimenturi caracterizate printr-o mare rezistenţă la compresiune la 28 de zile, care, evident, influenţează toate celelalte caracteristici şi care face ca şi rezistenţa la cîteva ore a betoanelor realizate să fie însemnată, permiţînd adeseori evitarea tratamentelor termice (în special acolo unde ciclul de fabricaţie este de cel puţin 24 de ore).

Cimenturile frecvent folosite sînt de rezistenţă 700—900 kg/cm^2, cum ar fi, de exemplu, ,,R—730'' sau ,,Superciment 900''. Este de notat că rezistenţele lor sînt determinate în condiţii practic identice cu cele din ţara noastră.

Cimenturile prezintă, în principiu, următoarele caracteristici :

— Tipul ,,R—730'' asigură rezistenţa de circa 700—730 kg/cm^2 la 28 de zile, circa 350 kg/cm^2 la 24 de ore şi circa 250 kg/cm^2 la 10 ore. Cimenturile de acest tip sînt utilizate în mod curent la prefabricatele de beton armat, precum şi la construcţiile din beton armat turnat monolit.

— ,,Supercimentul 900'' are rezistenţa de circa 900 kg/cm^2 la 28 de zile, este un ciment cu întărire rapidă şi se utilizează cu precădere la elementele prefabricate din beton precomprimat.

Cu ajutorul acestor cimenturi de obţin *betoane de marcă ridicată*, realizîndu-se curent betoane pînă la B 500 şi respectiv pînă la B 700 şi chiar B 800 (determinate pe cuburi de 20×20 cm). Sînt interesante de menţionat cîteva din principalele caracteristici ale acestor betoane. Astfel :

— Întărirea rapidă şi obţinerea unor rezistenţe iniţiale mari la decofrare constituie aspectele cele mai importante. S-au putut întîlni betoane de marca B 500 avînd, la 6 ore de la turnare, rezistenţe de ordinul 200 kg/cm^2 şi chiar 250 kg/cm^2, iar la 10 ore, în mod frecvent, 250—300 kg/cm^2, fără tratare termică (dozaj 350—400 kg ciment/m^3); de asemenea, s-au putut întîlni betoane de marcă de peste B 600, de regulă B 700, avînd la numai 12—15 ore rezistenţe de ordinul 400 şi chiar 450 kg/cm^2.

— Dozajele de ciment sînt relativ coborîte ; de exemplu, s-au putut întîlni betoane de marcă B 500 realizate cu dozajul de ordinul 350—400 kg ciment/m^3 şi betoane de marca B 600—700 avînd dozajul de ciment de circa 450 kg ciment/m^3 şi rareori de 500 kg/m^3.

— Raportul apă/ciment este în general destul de ridicat. De exemplu, pentru beton B 500 s-au întîlnit rapoturi apă/ciment de 0,5, iar la betoane B 700 raporturi care nu coborau sub 0,45. Se obţin astfel betoane plastice care îngăduie o umplere foarte bună a tiparelor, cu vibrare redusă (deci şi consum de energie şi manoperă micşorat), iar prefabricatele rezultate au dimensiuni minime, adeseori cu profile de numai 2—3 cm grosime, fiind totuşi rezistente la transport şi manipulări.

Caracteristicile sus-menţionate ale betoanelor antrenează o serie de alte importante avantaje de natură să mărească sensibil eficienţa prefabricatelor. Printre cele mai importante aspecte de menţionat sînt următoarele :

— Prefabricatele au secţiuni şi greutate proprie reduse. Astfel, s-au putut întîlni adeseori nervuri longitudinale (de exemplu la chesoane de beton armat) de numai 4—5 cm, inimi ale grinzilor de beton precomprimat de numai 6—8 cm pentru deschideri de 12—18 m ; grosimi de placă de chesoane de 2—2,5 cm.

— Prefabricatele, deşi au secţiuni mici, sînt robuste la transport, ajungînd în operă fără ştirbituri, colţuri rupte etc. şi cu un aspect foarte bun.

— Rezistenţele iniţiale ridicate ale betoanelor îngăduie realizarea unor cicluri tehnologice de fabricaţie reduse, cu o foarte bună utilizare a tiparelor şi a suprafeţelor de producţie din fabrici. Renunţîndu-se adeseori la tratamentele termice (care sînt costisitoare), ciclurile tehnologice se realizează uneori în numai 24 de ore ; în cazul folosirii tratamentelor termice se obţin în 24 de ore pînă la două şi chiar trei cicluri de fabricaţie (şi cu un singur schimb de lucrători, cu pauză mai mare la prînz).

— Este important de arătat că, la elementele de beton precomprimat, transferul forţei de precomprimare s-a putut constata că se face între 400 şi 450 kg/cm^2, de regulă 450 kg/cm^2. Aceasta are, bineînţeles, o consecinţă directă asupra greutăţii mai reduse a prefabricatelor.

Oţelul în construcţii. Pentru elementele prefabricate din beton armat s-a putut constata că, în afara oţelului rotund, se utilizează o mare varietate de tipuri de oţel avînd caracteristici superioare : oţel-beton cu aderenţă îmbunătăţită şi oţeluri de înaltă rezistenţă. Cu titlu exemplificativ, menţionăm cîteva din tipurile de oţel întîlnite şi anume :

— Oţelul-beton rotund, conform normelor ,,UNI-no 743'' se fabrică în trei variante, avînd caracteristicile de mai jos :

Rezistenţă kg/cm^2	Aq 42	Aq 50	Aq 60
Rezistenţă la rupere	4 200	5 000	6 000
Rezistenţă minimă la curgere	2 300	2 700	—
Rezistenţe admisibile (pentru calcul)	1 400	1 600	1 800

— Oțelul-beton de tip „Artiglio" cu profil periodic, care rezultă a fi foarte răspîndit, fabricîndu-se în patru variante, are caracteristicile de mai jos:

Caracteristici	Artiglio			
	3 600	4 000	4 400	5 000
Rezistența la curgere, kg/cm²	3 600	4 000	4 400	4 800
Rezistența admisibilă (pentru calcul), kg/cm²	1 800	2 000	2 200	2 400
Alungirea minimă pe 10 diametre	18%	16%	14%	12%

Observație. Economia de metal, în raport cu oțelul Aq 42, se obține atît pe seama raportului rezistențelor admisibile, cît și pe cea a eliminării ciocurilor; prin folosirea oțelului de tip „Artiglio" reducerea este de ordinul 20—42%.

— Un alt tip de oțel răspîndit este LU-3, de asemenea cu aderență îmbunătățită, cu secțiunea în formă de trifoi cu patru foi; cele patru șanțuri longitudinale sînt întrerupte periodic de cîte o diafragmă transversală așezată la circa 2—3 diametre distanță. Perimetrul acestui profil este cu circa 25% mai mare decît al oțelului rotund echivalent; datorită acestui fapt, și mai ales datorită prezenței diafragmelor, aderența este substanțial îmbunătățită. Acest oțel se produce în două variante, avînd următoarele caracteristici:

Caracteristici	LU 3 — 4 000	LU 3 — 5 000
Rezistența la rupere, kg/cm²	5 000	6 000
Rezistența la curgere, kg/cm²	4 000	4 800
Rezistența admisibilă (pentru calcul), kg/cm²	2 000	2 400
Alungire minimă pe 10 diametre	15%	12%

Oțelul de mai sus se produce în diametre de 6 și apoi de 8 pînă la 30 mm, din 2 în 2 mm.

De remarcat că toate tipurile de oțel sînt furnizate în lungimi de 10—12 m și 10—15 m, dar pot fi livrate la cerere și la lungimi fixe.

— Pentru betoane precomprimate se utilizează oțeluri speciale, denumite în general *aciaio armonico*. Calitățile acestora sînt similare celor ale oțelului tip SBP; de exemplu, pentru diametre pînă la 5 mm se obțin rezistențe la rupere de circa 17 500—18 000 kg/cm².

Firmele precizează, în general, și anume caracteristici de calcul, pe care le garantează, cum ar fi limita de elasticitate convențională σ 0,2 (admis adeseori la circa 14 000 kg/cm²) sau efortul unitar inițial de tensionare (de circa 13 000 kg/cm²).

Pentru diametrele mai mari (de exemplu Ø 7 mm), rezistența la rupere se admite, de regulă, de circa 15 500 kg/cm², contîndu-se pe un efort unitar final în elementele postîntinse de circa 9 000 kg/cm².

Agregate. În fabricile de prefabricate vizitate s-a putut constata folosirea aproape cu exclusivitate a agregatelor de concasaj. Roca este, în general, calcaroasă, extrem de compactă, cu o rezistență de ordinul 1 300—1 400 kg/cm². Agregatele sînt cumpărate de la cariere, care le livrează gata concasate, de regulă în trei sorturi spălate:

— nisip	0—3 mm;
— pietriș	3—6 mm;
— pietriș	6—12 mm.

IV. UNELE ASPECTE PRIVIND TEHNOLOGIA DE FABRICAȚIE

Ne vom mărgini în a menționa numai unele succinte aspecte legate de tehnologia de fabricație, în măsura în care acestea condiționează stabilirea soluțiilor constructive.

În vizitele făcute s-a putut constata că elementele prefabricate pentru construcții industriale se execută, aproape în exclusivitate, în fabrici și rareori pe poligoane. Dacă la cele mai multe din fabricile vizitate, tehnologia și procedeele nu prezintă aspecte deosebite (avînd adeseori un caracter artizanal), s-au putut vedea însă cîteva unități avînd un pronunțat aspect de uzină, cu dotări speciale, la care utilajele tehnologice și procedeele folosite asigură caracterul unei producții industrializate în adevăratul sens al cuvîntului, cu o eficiență ridicată a produselor și cu beneficii importante pentru întreprindere.

Oricare ar fi felul de organizare și dotare, sînt de remarcat, ca o trăsătură generală comună tuturor fabricilor, calitatea deosebită a prefabricatelor realizate, toleranțele dimensionale foarte strînse, grija permanentă pentru asigurarea unor performanțe superioare ale produselor.

Tipare metalice. Tiparele metalice, folosite aproape cu exclusivitate la realizarea diverselor prefabricate, se remarcă, aproape în toate fabricile vizitate, printr-o calitate ridicată și o întreținere permanentă.

Ca grad de finisare, ele sînt absolut comparabile cu tîmplăria metalică, cu o prelucrare specială a îmbinărilor, cu abateri dimensionale minime, practic nule; adeseori, pentru ușurarea și ieftinirea lor, se folosește tablă ambutisată (în special la elementele de ranforsare).

În toate fabricile vizitate s-a putut constata că se acordă o mare atenție întreținerii cu deosebită grijă și în mod permanent a acestor tipare, asigurată prin:

— spălare cu decapanți, în general după fiecare întrebuințare; de multe ori, după 1—2 ani de folosire, tiparele arătau ca noi;

— controlul periodic tehnic și de revizie, pentru asigurarea cu strictețe a dimensiunilor prefabricatelor rezultate;

— ungerea cu diverse produse speciale (foarte fluide, în general) pentru împiedicarea adeziunii betonului, dar care nu pătează fața betonului (nu s-a întîlnit niciodată motorină). La unele fabrici, decapantul avea rol și de unguent.

Ansamblul acestor măsuri asigură prefabricatelor produse o calitate deosebită, cu caracter constant al aspectului betonului și dimensiunilor pieselor, cu colțuri și muchii perfecte.

În ceea ce privește soluțiile adoptate pentru realizarea prefabricatelor, s-a constatat că se folosește pe scară foarte largă tiparul cu fețele laterale rabatabile; racordările sînt foarte îngrijit realizate, adeseori cu garnituri de etanșeizare din cauciuc (acolo unde se aplică tratament termic).

Este de remarcat că la unele elemente speciale s-au întîlnit cofraje de tip cochilie analoge în ceea ce privește principiul celor folosite de mai multă vreme la noi în țară; expulzarea prefabricatelor se face, la fel ca în România, cu prese cu ulei.

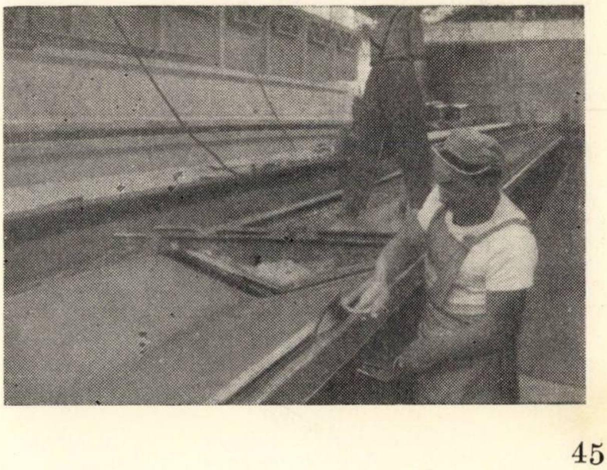
Utilaje de finisare. O altă caracteristică importantă o constituie gradul ridicat de finisare cu care se livrează de la fabrică toate tipurile de prefabricate.

Astfel, elementele prefabricate, în special cele de suprafață (chesoane, elemente de tip Y, panouri de pereți etc.), se execută cu o tratare și finisare deosebit de îngrijită a feței superioare, care constă în:

— utilizarea finisoarelor metalice (de regulă, mecanice), iar de cele mai multe ori a vibrofinisoarelor (finisoare prevăzute cu vibratoare) (fig. 1);

— drișcuirea mecanică cu ajutorul drișților mecanice cu aer comprimat, presărîndu-se în același timp ciment pe fața prefabricatelor. Se asigură, în final, elementelor prefabricate un aspect deosebit de îngrijit al feței superioare a betonului,

Fig. 1



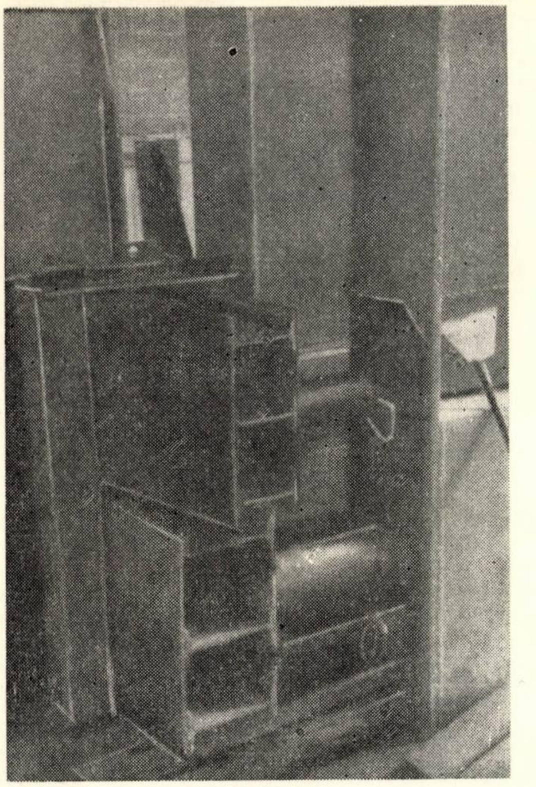


Fig. 2

o planeitate și netezime a suprafețelor practic perfecte, precum și — ceea ce este mai important — o compactare foarte bună a betoanelor din plăcile cu grosime redusă.

Procedee de precomprimare. Elementele prefabricate de beton precomprimat au o răspîndire mare în Italia, procedeul întîlnit la construcțiile industriale fiind cel cu fire aderente, realizat pe standuri lungi de 100—200 m, în hale acoperite.

O caracteristică de reținut o constituie faptul că acestor elemente li se aplică transferul lent al forței de precomprimare, evitîndu-se astfel apariția degradărilor locale, care pot rezulta adeseori în zona reazemului elementelor, atunci cînd forța de precomprimare se introduce brutal.

Transferul lent al forței de precomprimare se realizează prin diverse sisteme, ca, de exemplu :

— prese cu ulei care se așază la capătul standurilor, interpuse între plăcile metalice în care se ancorează firele de culeele standurilor ; pe timpul cît firele standurilor stau întinse, presele sînt blocate cu inele cilindrice auxiliare și exterioare (două semicercuri), care se scot în momentul în care se introduce uleiul sub presiune (fig. 2) pentru a se proceda la transfer ; în unele cazuri s-au întîlnit prese servind și pentru tragerea simultană a sîrmelor de precomprimare (sîrmele se blochează în acest caz, mai înainte, în plăcile de capăt) ;

— cutii cu nisip, interpuse de asemenea între placa de ancorare a firelor și culee.

Pentru armătura de precomprimare trebuie remarcat că s-au întîlnit, atît sîrme împletite (de regulă 3 Ø 3 mm), cît mai ales toroane 7 Ø 3 mm și 7 Ø 4 mm, acestea din urmă avînd o răspîndire din ce în ce mai mare.

Trebuie precizat că sîrmele și toroanele se aduc gata împletite de la uzinele metalurgice, înfășurate pe tamburi.

Armătura sub formă de plase sudate. La elementele de suprafață prefabricate (chesoane, panouri, unele tipuri de grinzi etc.) s-a constatat că se folosesc aproape în exclusivitate carcase din plase metalice sudate, aduse de la diverse uzine, pe bază de comandă, adeseori la dimensiuni special comandate. Sistemul s-a putut vedea extins în mare măsură și la etrierii unora din grinzile prefabricate cu inimă plină.

Deși uzinele oferă consumatorilor o gamă foarte largă de plase (ca dimensiuni, diametre, mărimea ochiurilor etc.), s-a putut constata că pentru prefabricatele de mare serie se recurge la comenzi de plase speciale, tăiate la dimensiunile potrivite necesităților optime dictate de proiect.

Aspecte privind unele utilaje de manipulare. S-a putut constata că în Italia, la fabricile și șantierele vizitate, se dă o foarte mare atenție utilizării unor mijloace auxiliare de manipulare, proprii fiecărei grupe de elemente prefabricate, care asigură, pe lîngă reducerea timpului și manoperei, evitarea deteriorării lor în cursul acestor operații. Astfel :

— Ridicarea oricărui prefabricat se face numai cu grinzi intermediare, care sînt de regulă compensate atunci cînd elementele sînt de dimensiuni mari.

— Aproape toate podurile rulante, și adeseori și macaralele de pe șantiere, sînt prevăzute cu cîte două cîrlige și două cabluri, care aigură ridicarea perfect pe verticală a prefabricatelor, evitînd înclinarea acestora.

— În cazurile în care podurile rulante sau macaralele sînt prevăzute cu un singur cîrlig, s-au întîlnit de cele mai multe ori grinzi intermediare compensate cu echilibrarea centrului de greutate, care înlătură posibilitatea de înclinare a prefabricatelor suspendate.

— Pentru scoaterea prefabricatelor din tiparele de tip cochilie, unele întreprinderi utilizează instalații de prese pentru decofrare, acționate simultan, cu deplasare egală (uniformă) la presiuni diferite.

— Pentru suspendarea prefabricatelor de utilajele de ridicare (poduri rulante, macarale) s-au întîlnit adeseori urechi de agățare flexibile, realizate din cabluri (bucle) cu șurub la un capăt, demontabile, care se prind prin înghiventare în bucșe filetate ancorate în elementul prefabricat ; după manipulare, cablurile se demontează ; sistemul prezintă avantajul unei robusteți mai mari, datorită flexibilității cablurilor, care face ca nici buclele și nici prefabricatele să nu sufere deteriorări.

V. PREFABRICAREA GREA — TENDINȚĂ GENERALĂ

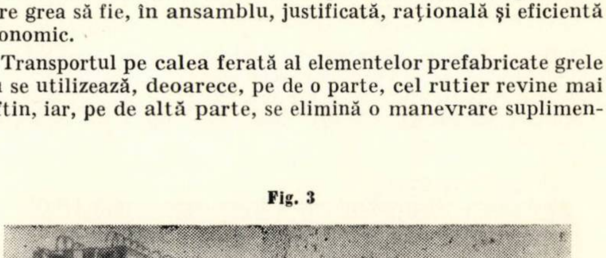
Din punctul de vedere al soluțiilor constructive s-a remarcat, în general, o orientare către *prefabricarea grea*, înțelegînd prin aceasta tendința de a realiza construcțiile din elementele cu dimensiuni și greutăți mari (piese pînă la 24 m deschidere și greutăți de circa 12 t). Adoptarea acestei orientări, care de fapt s-a făcut continuu, este în perfectă concordanță cu creșterea capacității mijloacelor de transport și de montaj.

Realizarea elementului prefabricat dintr-o bucată sau din tronsoane foarte mari, pe lîngă avantajele pe care le oferă în execuția propriu-zisă în atelier, mai are avantajul important de a reduce consumul de manoperă la șantier, cu repercusiuni favorabile asupra duratei de execuție și a costurilor.

Desigur că generalizarea unei asemenea orientări are o serie de alte implicații, care trebuie avute în vedere, cum ar fi : adoptarea tehnologiei de precomprimare cu fire aderente, pe standuri liniare ; asigurarea unui parc de utilaje care să poată manipula elementele cu greutate sporită ; organizarea unui transport rutier pe bază de autotrenuri special concepute, astfel incît că se elimine manipulările suplimentare ; în sfîrșit existența unor drumuri publice de bună calitate, care să permită o viteză mărită în condiții de securitate maximă. Din cîte s-a putut constata, cele menționate mai sus sînt în bună parte satisfăcute, ceea ce a făcut ca adoptarea soluției de prefabricare grea să fie, în ansamblu, justificată, rațională și eficientă economic.

Transportul pe calea ferată al elementelor prefabricate grele nu se utilizează, deoarece, pe de o parte, cel rutier revine mai ieftin, iar, pe de altă parte, se elimină o manevrare suplimen-

Fig. 3



tară a elementelor prin descărcarea lor în stația de destinație și transportarea pînă în incinta șantierului. De altfel, de regulă, chiar și depozitarea la șantier este eliminată, prefabricatele fiind montate direct din mijlocul de transport cu care au fost aduse de la fabrica producătoare (fig. 3).

Poliția limitează gabaritul maxim al semiremorcilor care pot circula neînsoțite pe drumurile publice, la :

— lățime maximă	— 2,50 m,
— lungime maximă	— 12 m,
— înălțime maximă de la sol	— 4 m.

În cazul în care elementele depășesc aceste dimensiuni, camionul cu care se face transportul trebuie însoțit de două motociclete ale poliției — una în față și alta în spate — ceea ce mai ridică prețul transportului.

Un alt aspect legat de rentabilizarea producției de prefabricate, în raport cu cerințele consumatorilor care sînt foarte variate, este *stabilirea seriei de elemente produse*. Într-adevăr, din acest punct de vedere, ținînd seamă de faptul că producția în ansamblu a unei unități este relativ mică și de faptul că primirea unei comenzi se face în condițiile unei concurențe puternice, producătorii trebuie să-și adopte capacitățile de producție în așa fel, încît cu un minim de tipuri de elemente, să poată executa rapid comenzi variate. Soluționarea problemei, foarte dificilă, se face de regulă prin asigurarea unei game de tipuri pentru fiecare produs, avînd variații dimensionale și variații ale capacității portante pentru diverse tipuri de elemente. Este interesant de remarcat că se urmărește deosebit de atent ca întregul sortiment ,,tipizat de firmă" să fie executat cu un set minim de tipare, gîndite de la început pentru acest scop, putîndu-se chiar, fără schimbări importante, în cazul unor comenzi suficiente, să se producă și tipuri intermediare.

Se vede deci că asigurarea unei serii tipizate de produse este rezolvată prin adoptarea unor soluții tehnologice capabile să asigure un mare grad de elasticitate, trecerea de la un tip la altul făcîndu-se rapid și cu cheltuieli minime.

VI. SOLUȚII FOLOSITE LA REALIZAREA ACOPERIȘURILOR DE CONSTRUCȚII INDUSTRIALE PARTER

Soluțiile structurale folosite sînt foarte variate, atît în ceea ce privește tipul de structură în sine, cît și modul de realizare din punct de vedere tehnologic a elementelor. Este de remarcat că diversificarea tipurilor de rezolvări de elemente structurale este făcută de la firmă la firmă pe baza unei specializări a producției, care permite o creștere a gradului de rentabilitate. Din acest punct de vedere, este posibil ca o firmă specializată, de exemplu, în fabricarea elementelor structurale pentru deschideri de 18—24 m în soluția cu grinzi cu inimă plină din beton precomprimat să poată concura avantajos o altă firmă care, pentru același interval de deschideri, produce ca soluție unică un tip de grindă cu zăbrele sau arce din beton armat.

Totodată, în unele cazuri, producerea unui anumit tip de soluție structurală se brevetează în cadrul firmei care a pus la punct soluția, acest lucru făcînd ca aplicarea ei de către alte firme să nu poată fi făcută decît cu o majorare a costului. Fuga de astfel de costuri suplimentare, care în final reduce beneficiul și deci posibilitatea de a concura, face ca fiecare firmă să fie tentată să-și pună la punct soluții proprii, care duc, în ansamblu, la diversificarea soluțiilor, așa cum s-a arătat mai sus.

Apare evident faptul că nu pot fi trase concluzii privind stabilirea unei soluții optime, atît din punct de vedere structural, cît și din punct de vedere tehnologic. Rămîne însă interesant de analizat diversele soluții adoptate de firmele italiene din punctul de vedere al tehnologiei de fabricație și al domeniului de folosire.

VI.1. Ferme de beton armat

Folosirea fermelor de beton armat ca elemente principale de structură a fost întîlnită în cadrul documentării făcute la o serie de firme producătoare, dintre care menționăm în mod deosebit firmele: ,,Volta Nervata"și ,,Vibrocemento-Bologna".

Astfel, una din firme poate produce la comandă un larg sortiment de tipuri (9 tipuri) în funcție de rezolvarea funcțională a construcției (fig. 4). Se produc ferme cu două pante

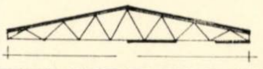
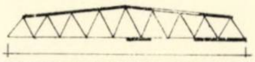
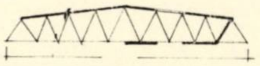
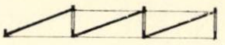
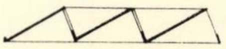
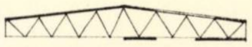
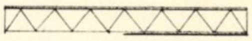
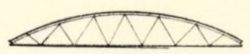
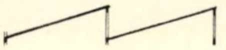
SCHEMA ACOPERISULUI DIN GRINZI IN ZABRELE	INTERAX m.	DESCHID L m.	CARACTERISTICI
	12-36	10-30	CU POSIBILITATE DE ILUMINARE IN ACOPERIS SI DE TAVAN DUBLU
	12-3,6	10-30	IDEM
	12-3,6	10-30	IDEM
	12-3,6	10-26	SHED MULTIPLU, LUMINA ORIENTATA
	12-3,6	10-26	IDEM
	12-3,6	10-30	CU POSIBILITATE DE ILUMINARE IN ACOPERIS SI DE TAVAN DUBLU
	12-3,6	10-30	CU POSIBILITATI DE TAVAN DUBLU
	12-3,6	10-30	IDEM
	12-3,6	4-12	SHED ORIENTABIL

Fig. 4

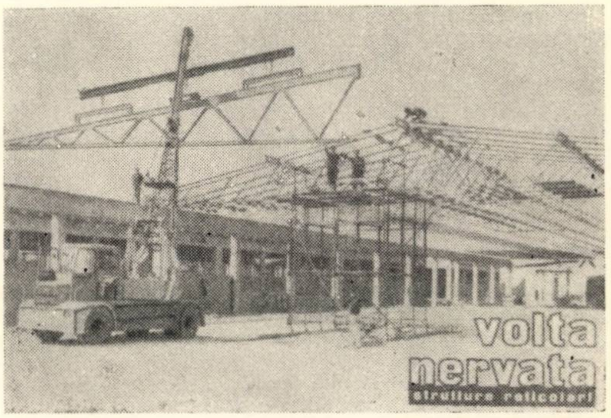
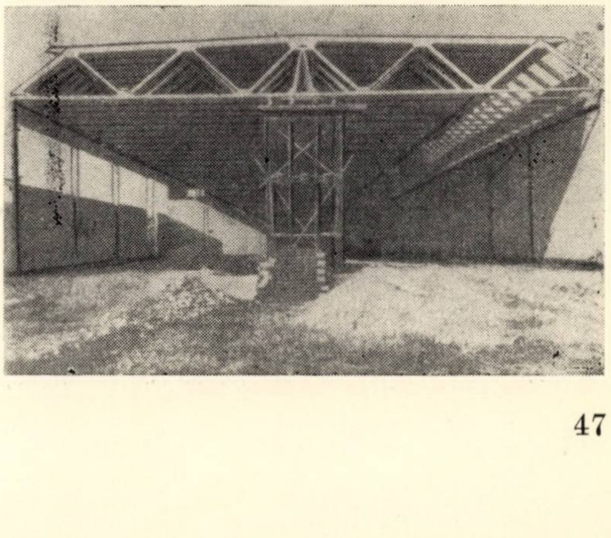
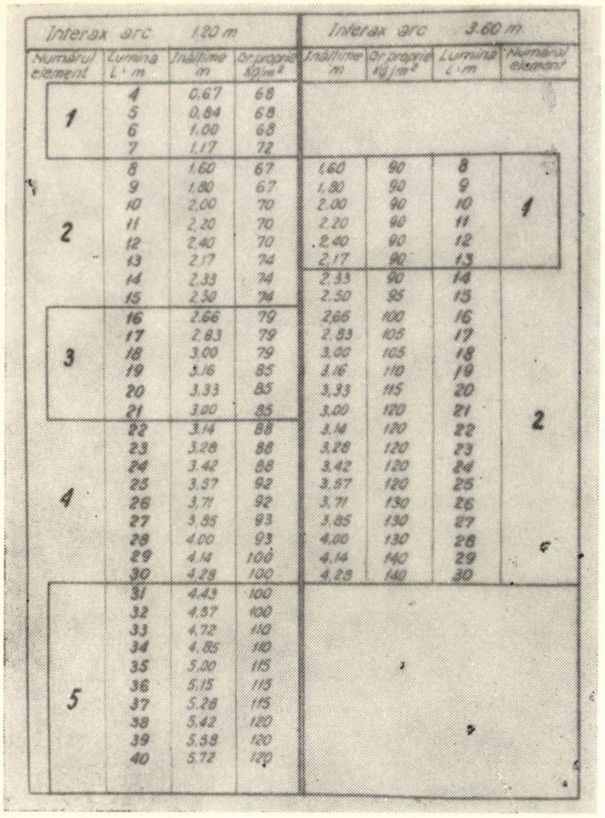


Fig. 5

Fig. 6





Interax arc 1.20 m				Interax arc 3.60 m			
Numărul element	Lumina L·m	Înălțime m	Gr. proprie kg/m²	Înălțime m	Gr. proprie kg/m²	Lumina L·m	Numărul element
1	4	0,67	68				
	5	0,84	68				
	6	1,00	68				
	7	1,17	72				
2	8	1,60	67	1,60	90	8	1
	9	1,80	67	1,80	90	9	
	10	2,00	70	2,00	90	10	
	11	2,20	70	2,20	90	11	
	12	2,40	70	2,40	90	12	
	13	2,17	74	2,17	90	13	
	14	2,33	74	2,33	90	14	2
	15	2,50	74	2,50	95	15	
3	16	2,66	79	2,66	100	16	
	17	2,83	79	2,83	105	17	
	18	3,00	79	3,00	105	18	
	19	3,16	85	3,16	110	19	
	20	3,33	85	3,33	115	20	
	21	3,00	85	3,00	120	21	
4	22	3,14	88	3,14	120	22	
	23	3,28	88	3,28	120	23	
	24	3,42	88	3,42	120	24	
	25	3,57	92	3,57	120	25	
	26	3,71	92	3,71	130	26	
	27	3,85	93	3,85	130	27	
	28	4,00	93	4,00	130	28	
	29	4,14	100	4,14	140	29	
	30	4,28	100	4,28	140	30	
5	31	4,43	100				
	32	4,57	100				
	33	4,72	110				
	34	4,85	110				
	35	5,00	115				
	36	5,15	115				
	37	5,28	115				
	38	5,42	120				
	39	5,58	120				
	40	5,72	120				

Fig. 7

pentru deschideri de 10—30 m, dispuse la interax de 1,20—3,60 m, realizate prin asamblarea a două tronsoane prefabricate. Îmbinarea celor două tronsoane se face prin manşon filetat la talpa inferioară şi intercalarea unor plăci de plumb la partea superioară.

Tălpile elementelor au o lăţime redusă, şi anume 15 cm pentru tronsoane transportabile de 15 m lungime (cu dispozitive speciale pentru împiedicarea deformaţiilor laterale), ceea ce necesită ca imediat după asamblare să se prevadă o contravîntuire centrală de beton armat (fig. 5). Pentru halele cu o deschidere se preferă fermele (fig. 6) care permit obţinerea luminii în hală şi prin realizarea unui panou de luminator în planul panoului de capăt al fermei.

Realizarea acestui sortiment variat de tipuri în cadrul unei singure firme producătoare necesită în execuţie adoptarea unei platforme metalice pe care se execută panourile de fermă, prin dispunerea pereţilor laterali ai tiparului în poziţiile corespunzătoare tipului de fermă produs la o anumită dată, ceea ce a permis ca, cu mijloace de producţie reduse, să se execute în ultimii 20 de ani elementele necesare acoperirii a peste 1 milion de m² de construcţie.

Sistemul de realizare a fermelor din panouri prefabricate asamblate la şantier prin postcomprimare, dezvoltat după cum se ştie foarte mult la noi în ţară, nu a fost întîlnit în Italia, ca urmare a orientării spre prefabricarea grea menţionată mai înainte.

VI. 2. Arce prefabricate

Folosirea ca element principal de structură a arcelor prefabricate este destul de uzitată în prezent. Astfel, în cadrul firmei ,,Volta Nervata'' este pusă la punct producţia de arce de beton armat prefabricate, pentru o gamă foarte mare de deschideri, şi anume de la 4 la 40 m, cu interax de 1,20 m şi, respectiv 8 la 30 m pentru interax de 3,60 m (fig. 7). Pentru 1,20 m interax, acoperirea halei se face cu azbociment ondulat (dacă nu este necesară o izolaţie termică), iar pentru 3,60 m interax se folosesc plăci de beton armat (fig. 8). Rezemarea arcelor se poate face pe grinzi longitudinale cu diverse secţiuni transversale. Tiranţii, dispuşi la distanţe convenabile, sînt realizaţi din oţel-beton cu manşoane de tensiune (fig. 9).

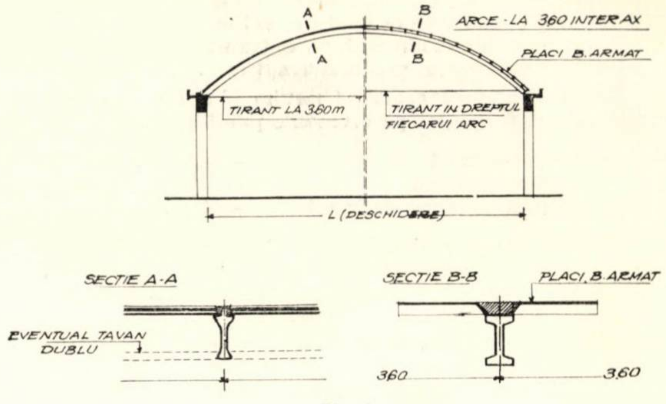


Fig. 8

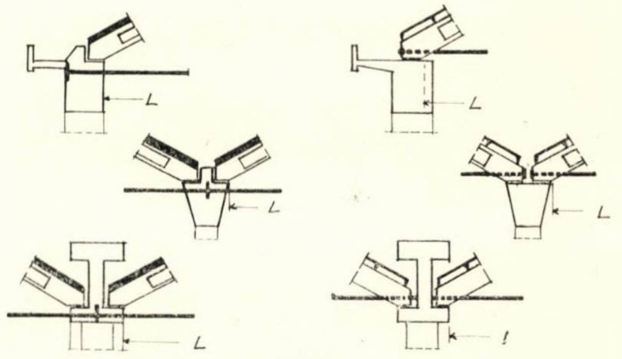


Fig. 9

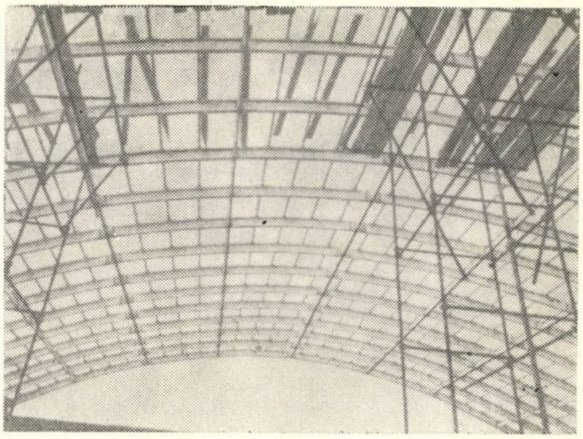
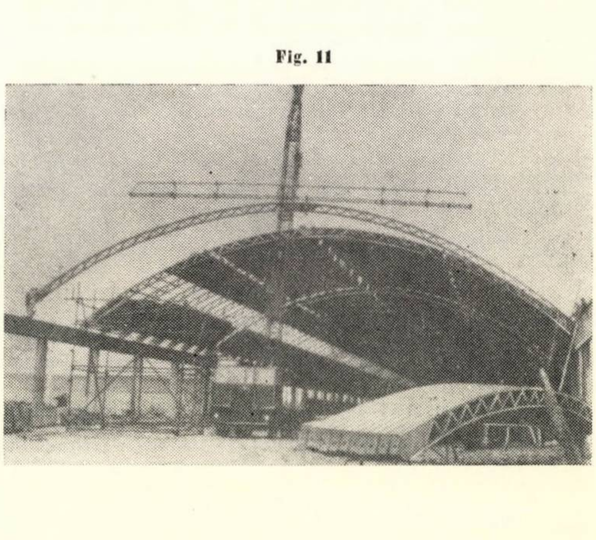


Fig. 10

Fig. 11



Montajul se face la cotă, folosindu-se schele turn de inventar deplasabile în lungul halei. Pe acestea se dispun tronsoanele de arc, se fac legăturile, se montează tirantul şi apoi se descintrează (fig. 10).

O altă firmă, ,,Vibrocemento Bologna'', produce de asemenea elemente principale de structură de tip arc realizate din două tronsoane parabolice, prefabricate, asamblate la sol şi apoi montate. Arcul este realizat din panouri cu zăbrele pentru a obţine o greutate minimă. Serierea cuprinde tipuri pentru patru game de deschideri : pînă la 12 m, 12—20 m, 20—30 m şi 30—50 m, avînd înălţimea şi lăţimea secţiunii diferite pentru fiecare gamă. Este de remarcat că structura astfel realizată are o greutate proprie de 110—160 kg/m², montajul unui element făcîndu-se, în funcţie de tipul arcului, între 45 şi 80 de minute (fig. 11).

În cadrul firmei ,,Prefabricatti Milesi'' a fost vizitată o construcţie realizată cu arce spaţiale alcătuite din elemente prefabricate asamblate. Firma este specializată în producerea unor astfel de elemente pentru deschideri mari, producţia normalizată fiind asigurată pentru trei tipuri cu deschideri de 30 m, 40—45 m şi 60 m. Arcele (fig. 12) se realizează din elemente jumelate de grinzi cu zăbrele lungi de 12 m, asamblarea făcînd-se printr-o diafragmă transversală comună. La deschiderile mari, arcul se poate precomprima pe tronsoane de 1/2 *L* cu cabluri, cîte două în fiecare talpă a segmentului. Montajul se face prin folosirea cintrelor mobile.

Pentru deschideri mai mici, aceeaşi firmă produce arce de beton armat prefabricat cu deschidere maximă de 14 m şi de beton precomprimat cu $L = 14-30$ m (fig. 13). La aceste tipuri, secţiunea transversală a arcului este dublu T, precomprimarea realizîndu-se cu două cabluri dispuse în cele două tălpi ale secţiunii. Lungimea tronsoanelor prefabricate este de 1,20 m. Asamblarea se face pe cintre, la cotă, prin utilizarea tiranţilor de oţel-beton.

VI. 3. Bolţi realizate din elemente lamelare

Firma ,,Vibrocemento Bologna'' a pus la punct prefabricarea elementelor componente şi punerea în operă a acestora pe şantier, pentru un sistem de boltă lamelară cu care se realizează construcţii de mare deschidere.

Cu aceleaşi elemente se pot realiza, fie bolţi cilindrice (fig. 14), fie calote sferice (fig. 15). În cadrul producţiei normale se produc cinci tipuri de elemente componente, în funcţie de deschidere, şi anume : deschideri de 10—15 m, 15—20 m, 20—25 m, 25—30 m şi 30—35 m.

Elementele componente sînt de tip grindă cu zăbrele şi permit realizarea unor bolţi a căror săgeată este de 1/5 din deschidere. Este de remarcat că greutatea proprie a structurii de rezistenţă a bolţii variază pentru cele cinci tipuri de la 35 la 70 kg/m², iar greutatea proprie a elementului de acoperiş este de 35 kg/m². Aceasta duce la o sarcină totală din greutatea proprie de 70—105 kg/m², ceea ce reprezintă o soluţionare deosebit de avantajoasă.

Montajul bolţii se realizează pe un eşafodaj de schelă tubulară.

VI.4. Elemente principale liniare de beton precomprimat—grinzi cu inimă plină

Grinzile cu inimă plină de beton precomprimat constituie una din soluţiile folosite adeseori la realizarea acoperişurilor de hale industriale. Pe aceste grinzi reazemă de regulă fişii din elemente ceramice, dar uneori s-a putut constata că se folosesc şi chesoane de beton armat.

Numeroase firme produc astfel de grinzi de beton precomprimat, cum ar fi, de exemplu ,,R. D. B.'' — Piacenza, ,,CIL''-Verona, ,,SCAC'' — Milano, ,,Brenta Precompressi'' — Milano; ,,Errevi'' — Bologna, ,,Prefabricati Peruzzi'' — Siena ş. a.

S-a putut constata că multe din caracteristicile grinzilor precomprimate produse sînt în general asemănătoare între ele sau în orice caz prezintă puncte comune, deşi în ceea ce priveşte detaliile există diferenţe.

Deschiderile halelor care se pot realiza cu astfel de elemente sînt cuprinse în mod obişnuit între 8 şi 24 m (şi chiar 25 m).

Traveea (interaxul dintre grinzi) este în general de 6,0 m, dar s-au întîlnit şi cazuri cu 3,4—4,0 m, adoptate mai ales la grinzile de deschidere mare (peste 20,0 m).

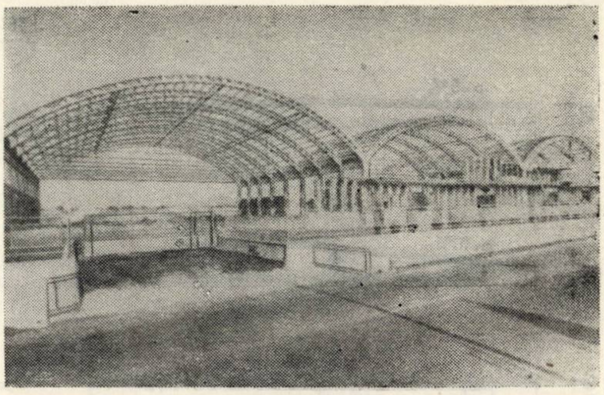


Fig. 12

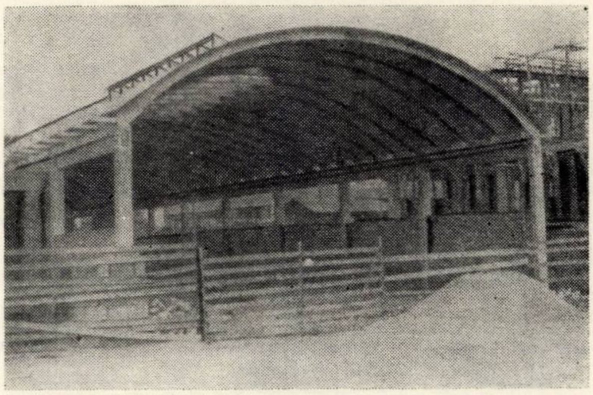


Fig. 13

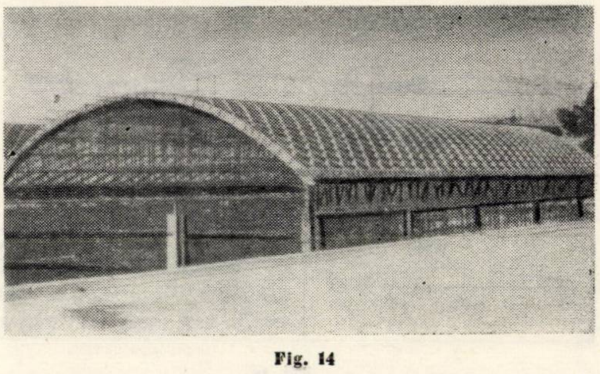
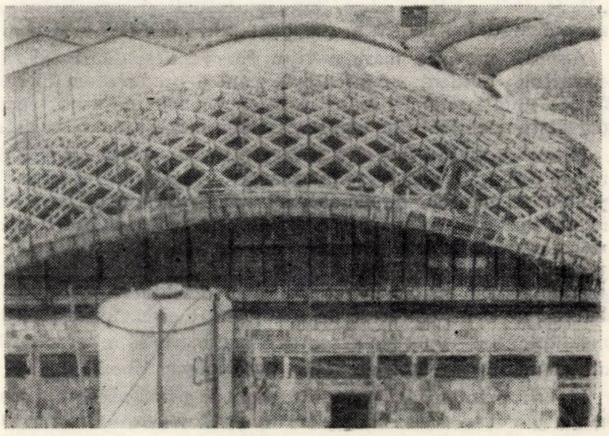


Fig. 14

Fig. 15



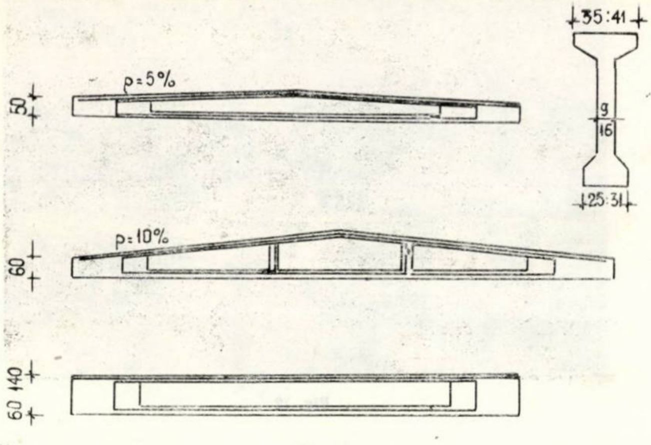
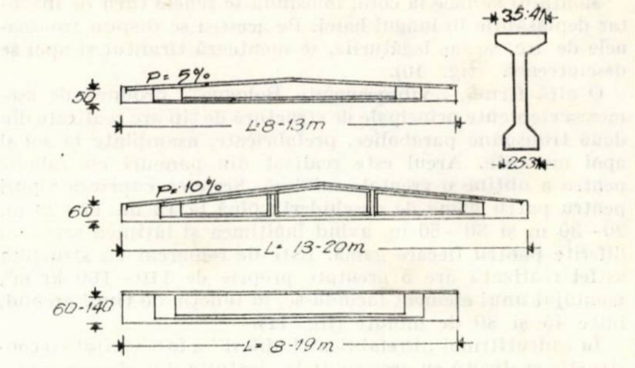


Fig. 16



DESCHID. L - m.	CU INALTIME VARIABILA		CU INALTIME CONSTANTA	
	PANTA	GREUTATE t	INALTIME cm	GREUTATE t
8	5%	2,4	60	2,5
9	"	2,7	60	2,7
10	"	3,0	60	3,0
11	"	3,3	70	3,6
12	"	3,6	70	3,6
13	"	3,9	80	4,6
13	10%	5,1	80	4,6
14	"	5,6	90	5,3
15	"	6,0	100	6,1
16	"	6,4	110	6,9
17	"	6,9	120	7,8
18	"	7,3	130	8,7
19	"	7,8	140	9,7
20	"	8,3	—	—

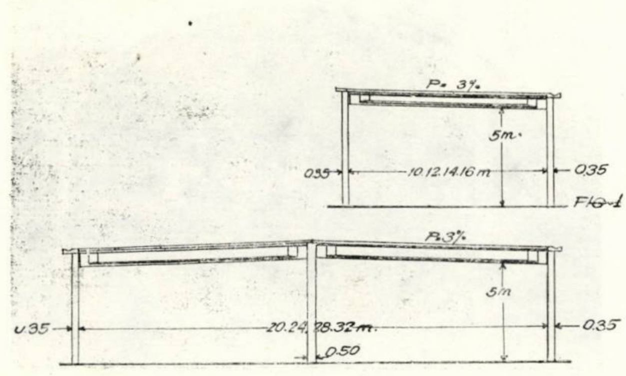
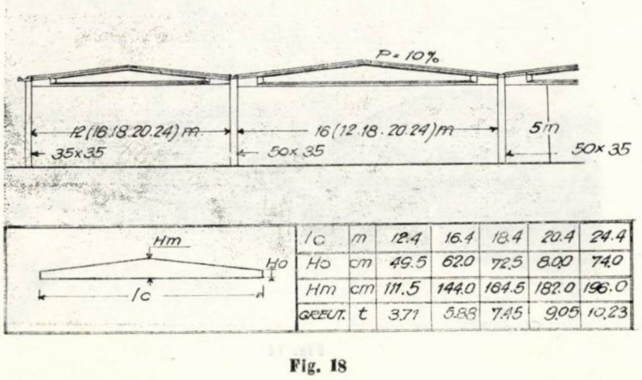


Fig. 17



lc	m	12.4	16.4	18.4	20.4	24.4
Ho	cm	49.5	62.0	72.5	8.00	74.0
Hm	cm	111.5	144.0	164.5	182.0	196.0
GREUT.	t	3.71	5.88	7.45	9.05	10.23

Fig. 18

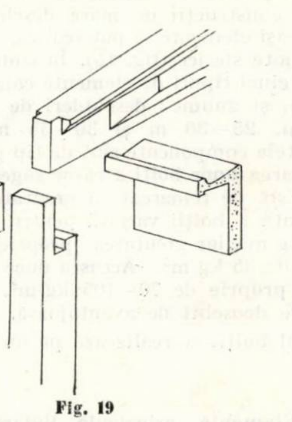


Fig. 19

Grinzile cu inimă plină se produc de lungimi care diferă una de cealaltă, de regulă, prin modulul de 2,0 m (de exemplu „R. D. B.", „CILA" etc.), dar s-au întîlnit şi cazuri cînd se adoptă modulul de 1,0 m (de exemplu, „SCAC" – Milano).

Această variaţie mare a tipurilor de deschideri folosite constituie, evident, o dificultate pentru producători în realizarea unei producţii industriale şi mai ales de stoc; ea se datoreşte necesităţii de a putea satisface cereri foarte variate.

Marca de beton întîlnită a fost totdeauna peste B 600, de regulă B 700, cu rezistenţe la transfer de ordinul 450 kg/cm²; pentru elementele de deschideri mari s-au putut remarca uneori mărci chiar mai mari (B 800). În aceste condiţii, elementele prefabricate rezultă cu secţiuni şi greutăţi reduse pentru dimensiunile lor şi pentru sarcinile pe care le au de suportat. Astfel, grinzi avînd 9–20 m deschidere, aşezate la interax de 6 m, cîntăresc de regulă între circa 2,5 t pînă la maximum 8,5–9,5 t; la deschideri mai mari (24 m) s-au întîlnit elemente a căror greutate nu depăşea 12–12,5 t.

La întreprinderile cu producţie mare de grinzi precomprimate s-a putut observa o tipizare adîncită a acestor elemente, care se referă la diversele deschideri realizabile, cît şi la încărcările pe care ele trebuie să le suporte.

Grinzile au secţiunea în formă de I, cu grosimi ale inimii cuprinse, de regulă, între 6 şi 10 cm; trebuie menţionată însă tendinţa de a se realiza inimi cît mai subţiri: de exemplu, la o grindă de 18 m deschidere şi 1,95 m înălţime maximă, grosimea inimii era de 8 cm. Tălpile superioare au lăţimi cuprinse între circa 30 şi 45 cm. În cele mai multe din cazuri, grinzile nu au diafragme de rigidizare.

Pentru rezolvarea de ansamblu a construcţiei din punctul de vedere al evacuării apelor pluviale, în cadrul aceloraşi întreprinderi se produc o varietate mare de tipuri de grinzi diferite în ceea ce priveşte panta.

Astfel, se produc atît grinzi cu înălţime variabilă şi două pante de acoperiş, cît şi grinzi cu înălţime constantă şi o singură pantă de acoperiş (fig. 16).

Grinzile cu două pante de acoperiş sînt frecvent folosite şi s-a putut constata că, în general, ele sînt grupate după cum urmează:

– pentru deschideri de 8–16 m, pantele de acoperiş sînt mici, de 3–5% (fig. 17);

— pentru deschideri mai mari, de regulă cuprinse între 14—24 m, pantele de acoperiș sînt în general de ordinul 10 %, explicabile prin necesitatea de a se centra cît mai mult eforturile din precomprimare în zonele de capăt ale grinzilor, concomitent cu reducerea greutății generale a elementului (fig. 18).

Grinzile cu înălțime constantă sînt folosite pentru hale cu deschideri cuprinse, de regulă, între 8 și 14 m (fig. 16), 16 m sau chiar 18 m.

Este interesant de relevat că pentru a îmbunătăți starea de eforturi la transferul forței de precomprimare, precum și rigiditatea la transport, la elementele cu două pante și de deschideri mari s-a putut vedea la una din întreprinderile vizitate („R. D. B."-Piacenza) armătura preîntinsă și în talpa superioară; urmărirea pantelor se face printr-un sistem simplu de deflectare în jurul unui bolț mobil pe un șasiu fix, bolțul fiind pierdut în grindă.

Unele întreprinderi („Errevi" — Bologna) produc și tipuri de grinzi care pot susține — în afara sarcinilor acoperișului — și încărcarea provenită din mijloace de transport suspendat, sub formă de conveiere și monoraiuri.

Trebuie menționat că grinzile cu inimă plină de beton precomprimat se folosesc adeseori și ca elemente principale așezate în sens longitudinal halei, pentru susținerea grinzilor principale transversale sau a altor elemente similare (arce, ferme etc.). Uneori grinzile longitudinale sînt alcătuite din cîte două elemente similare jumelate, cînd greutatea unui element longitudinal unic ar depăși posibilitățile fabricii producătoare.

Pentru a se reduce înălțimea totală de construcție, se caută uneori ca rezemarea grinzilor transversale pe grinzile longitudinale să se facă prin intermediul unei console cu uluc în înălțimea grinzilor.

Cu privire la îmbinările pe stîlpi ale grinzilor, trebuie arătat că acestea sînt simplificate, fiind realizate de regulă — ca și la alte tipuri de elemente — cu dornuri și locașuri anume lăsate (fig. 19); trebuie însă menționat că majoritatea teritoriului italian este fără seismicitate și că prefabricatele produse de firmele vizitate sînt destinate numai pentru astfel de regiuni.

În ceea ce privește îmbinarea elementelor secundare pe grinzi, aceasta se realizează în mod obișnuit cu beton turnat monolit între fîșiile de acoperiș; în acest scop, în grinzi sînt lăsate, în general, mustăți de la turnare (fig. 20).

În cazurile cînd la alcătuirea acoperișului se folosesc pane, pentru rezemarea acestora pe grinzile principale s-au întîlnit console cu praguri (ulucuri) amenajate la partea superioară a grinzii din loc în loc. Deși soluția prezintă dificultăți apreciabile de execuție, are avantajul ca permite reducerea înălțimii de construcție a acoperișului.

De menționat că executarea grinzilor cu inimă plină se face în tipare metalice cu decofrare laterală.

VI. 5. Elemente principale de suprafață

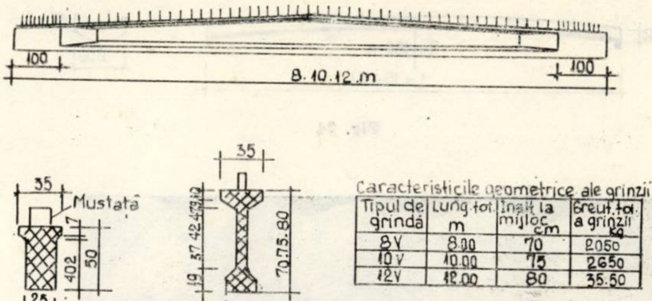
Soluția de rezolvare a șarpantei acoperișului construcțiilor industriale parter prin folosirea unor elemente de suprafață realizate din beton precomprimat s-a putut constata că este aplicată pe o scară relativ mare.

Forma și dimensiunile acestor tipuri de elemente sînt în general diverse, aplicarea unei soluții sau a alteia făcîndu-se în funcție de condițiile cerute în exploatare, de rezolvarea arhitectonică de ansamblu și de fabrica producătoare.

Printre elementele cele mai interesante întîlnite sînt de menționat cele de tip H. P. (hiperboloizi parabolici), de tip Y, Π, V etc.

Acoperișurile cu elemente H. P. (hiperboloizi parabolici) constituie o soluție bine cunoscută și din alte țări, care se folosește și în Italia (produse de firma „Sandoni"-Bologna). Elementele H. P. prefabricate sînt din beton precomprimat cu fire aderente; ele se montează pe grinzi longitudinale de asemenea din beton precomprimat, avînd fața superioară profilată special pentru a permite rezemarea primelor (fig. 21); uneori, grinzile longitudinale formează și jgheaburi pentru scurgerea apelor.

Halele realizate cu astfel de elemente prezintă avantaje, ca asigurarea unui tavan neted, aspect plăcut interior, greutate proprie redusă. Halele se pot alcătui fără sau cu luminătoare ușoare din rășini sintetice (fig. 22) sau tip șed (fig. 23).



Caracteristicile geometrice ale grinzii

Tipul de grindă	Lung. tot. m	Înălț. la mijloc cm	Greut. tot. a grinzii kg
8 V	8.00	70	2050
10 V	10.00	75	2650
12 V	12.00	80	35.50

Fig. 20

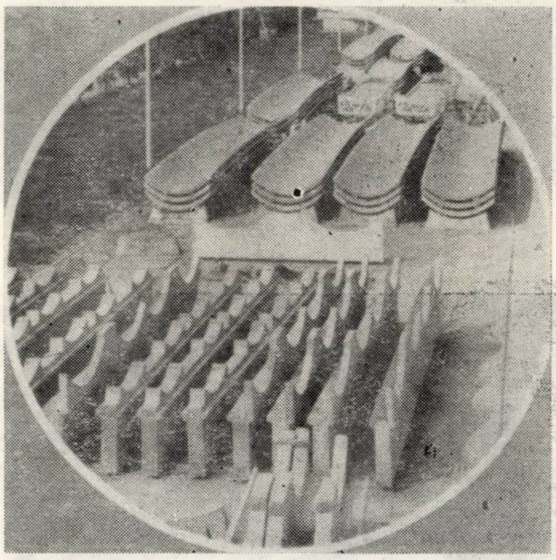


Fig. 21

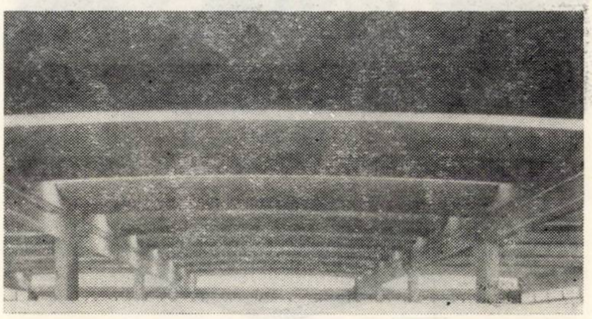
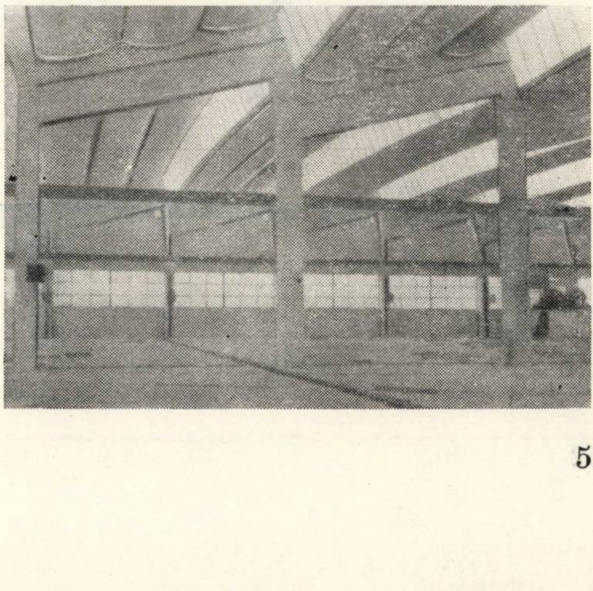


Fig. 22

Fig. 23



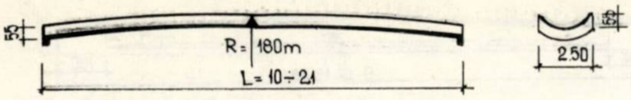


Fig. 24

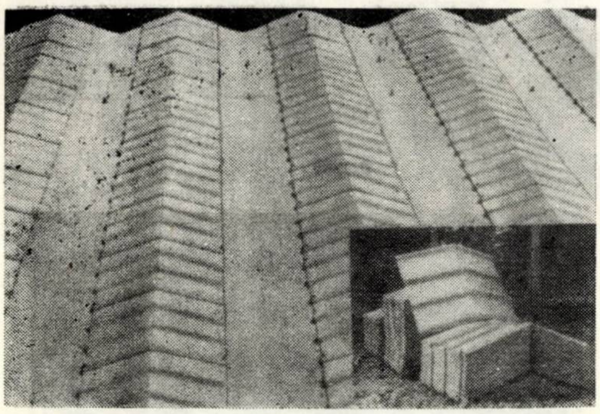


Fig. 25

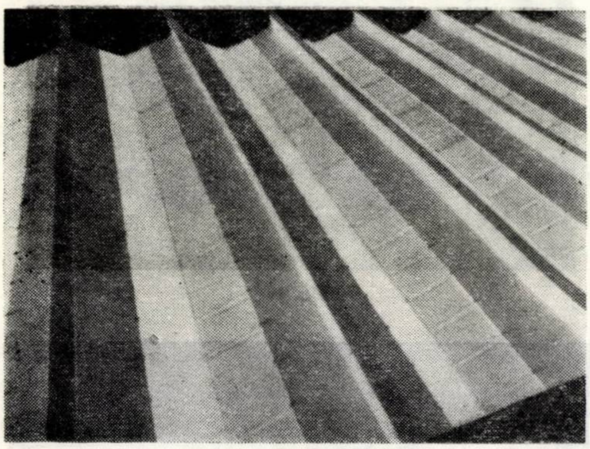


Fig. 26

[Fig. 27]

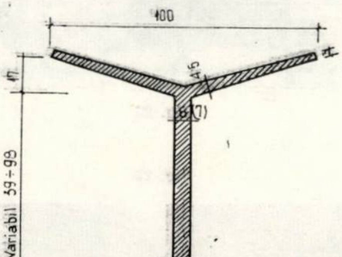
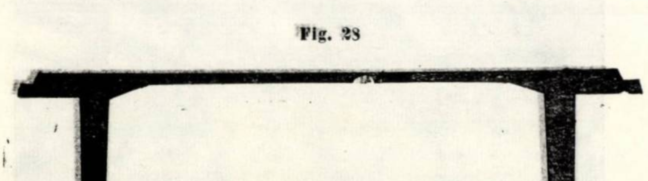


Fig. 28



Deschiderile de hale realizate cu aceste elemente sînt cuprinse între 10 şi 20 m ; traveele merg pînă la 15—18 m, astfel că se pot obţine reţele în plan pînă la circa 18 × 20 m.

Principalele caracteristici geometrice ale elementelor sînt indicate în figura 24, lăţimea unei unde fiind de 2,50 m, iar înălţimea de circa 52—55 cm ; grosimea plăcii este de 5—10 cm, în funcţie de deschiderile elementului.

Elementele sînt hiperboloizi de rotaţie, curba directoare fiind un cerc cu raza de 180 m.

Elementele H. P., indiferent de deschiderea lor, se execută pe o aceeaşi matriţă, variindu-se doar — după dorinţă — lungimea şi grosimea plăcii. Greutatea maximă a elementelor este de circa 9 t.

Armarea cu oţel moale se realizează din cîte două plase sudate de Ø 3 şi ochiuri de 7,5 cm ; armătura preîntinsă este aşezată de-a lungul generatoarelor.

Este de remarcat că sistemul rezultă foarte avantajos din punctul de vedere al consumului de materiale, problemele mai dificile în adoptarea lui fiind legate de transportul, depozitarea şi manipularea lor.

Este locul să arătăm că manipulările şi montajul pun oarecare probleme pentru elementele cu deschidere mare, deoarece în astfel de cazuri sînt necesare utilaje speciale de transport (remorci cu ghidaj independent) şi grinzi auxiliare de montaj.

Elementele de tip Y din beton precomprimat cu fire aderente sînt folosite la acoperişurile de hale industriale încălzite şi neîncălzite, fiind produse de o serie de firme, ca, de exemplu, ,,Vibrocemento''— Bologna sau ,,Vibrocemento''— Perugia.

La alcătuirea halelor cu elementele Y, acestea reazemă pe grinzi prefabricate şi prin diverse combinaţii se obţin :

— Acoperişuri cu elemente Y aşezate alăturat, pentru hale încălzite.

— Acoperişuri avînd elementele Y aşezate la interax mărit, de circa 2,0 m ; spaţiul liber rezultat între ele se acoperă cu elemente speciale, ca plăci de azbociment (fig. 25) sau plăci translucide (fig. 26).

— În unele cazuri se adaugă la partea inferioară plăci drepte de azbociment sau plăci translucide rezemînd pe bulbul inferior al grinzilor ; cu ajutorul unor nervuri uşoare se realizează astfel hale cu tavan dublu, întrerupt din loc în loc (pentru conducte locale uşoare) sau cu tavan continuu realizat cu elemente opace sau alternat cu elemente translucide.

Cu elemente de tip Y se alcătuiesc acoperişuri cu deschideri de circa 9—25 m, elementele intermediare fiind grupate în cîteva tipuri de înălţimi şi grosimi.

Cîteva din caracteristicile principale ale elementelor (fig. 27) :

— lăţimea totală a elementului : 1,00 m,

— elementele au bulb la partea inferioară,

— înălţimea este constantă,

— marca betonului : B 700 (şi B 800) cu transfer la 450 kg/m² şi 500 kg/m²,

— rezemarea elementelor de tip Y se face pe grinzi longitudinale prin intermediul unor diafragme turnate la faţa locului,

— scurgerea apelor se face, fie pe panta generală a întregului acoperiş, fie pe pante pentru fiecare navă, cu canale (dolii) de scurgere formate în lungul grinzilor longitudinale de susţinere.

Realizarea elementelor de tip Y se face pe standuri lungi, cu tipare metalice şi decofrare laterală.

Elemente de tip V. R. C., în formă de TT (chesoane cu placă în consolă şi fără nervuri transversale), dar cu diafragme la capete (fig. 28 şi 29), cum ar fi, de exemplu, cele produse de firma ,,Brenta-Precompressi''.

Elementele au lăţime de 2,50 m şi sînt realizate în două pante de 3—5 %, pentru scurgerea apelor pluviale. Se realizează deschideri de 12,5—20,0 m, producţia normalizată fiind grupată în trei tipuri de bază. Înălţimea la reazeme e de circa 30 cm, iar la mijlocul deschiderii este de 50—80 cm, în funcţie de deschidere.

Grosimile plăcii sînt de 4,5 cm la mijlocul plăcii ; nervurile sînt aşezate la 1,80 m interax, avînd grosimi de 9 cm la bază şi 10 cm la partea superioară. Precomprimarea se realizează cu sîrme Ø 3 împletite, iar marca de beton este B 650.

Interesantă şi totodată caracteristică este rezolvarea luminătoarelor. Folosindu-se acelaşi tipar ca şi pentru chesoanele curente, luminătoarele se obţin prin practicarea de goluri în placa chesoanelor, realizîndu-se luminătoare de tip cupoletă sau continue.

Elementele se aşază pe grinzi longitudinale realizate de asemenea din beton precomprimat.

Elemente tip T. Astfel de elemente, deşi mai puţin răspîndite, sînt menţionate în listele de produse ale unor firme, ca de exemplu ,,Brenta — Precompressi''.

Interesant de menţionat este faptul că grinzile de tip T se prevăd în variante cu înălţimea constantă sau în două pante şi se folosesc în cazurile în care nu intervin sarcini accidentale mari.

Deschiderile realizabile sînt de 18,5 şi 23,0 m, cu înălţime totală de 0,55 m, respectiv 0,72 m ; lăţimea elementelor este de 2,50 m (fig. 30).

Cu astfel de prefabricate se pot realiza acoperişuri fără luminătoare ; prin distanţarea corespunzătoare se pot amplasa luminătoare în lungul elementelor.

Elemente în V. În cadrul diverselor soluţii realizate de unele firme (de exemplu ,,Brenta-Precompressi'') trebuie menţionate şi acoperişurile alcătuite cu elemente prefabricate în formă de V (fig. 31 şi 32).

Acest tip de pînză cutată poate fi executat, după necesităţi cu înălţime constantă sau variabilă şi în general pentru deschideri de 13,0 şi 20,0 m (înălţimi de 0,32 m, respectiv 0,62 m).

În figura 32 se pot vedea diferite moduri de alcătuire a acoperişului, cu sau fără luminătoare, cu sau fără strat de aer, precum şi diferite moduri în care aceste elemente pot fi asamblate în cadrul construcţiilor.

O altă soluţie apropiată este cea cu elemente prefabricate în formă de jgheab (fig. 33), realizate de asemenea din beton precomprimat (cum ar fi cele produse de firma ,,R. D. B.''-Piacenza).

Cu astfel de elemente se pot executa trame de : 10 × 10 m 10 × 15 m, 10 × 20 m.

Spaţiile dintre elementele-jgheab se acoperă fie cu materiale translucide de tip ondulux, fie cu elemente de beton sau de beton şi corpuri ceramice.

VI. 6. Structuri de hale realizate cu cadre prefabricate

Pe linia obţinerii unui consum minim de manoperă la şantier, unele firme au preferat soluţia de realizare a structurii din cadre de beton armat prefabricat.

Astfel, firma ,,GI & GI — S. C. I. A.'' şi firma ,,Saccai'' execută pentru deschideri de 14—16 m şi înălţimi maxime de 5,5 m o structura prefabricată de tip cadru cu trei articulaţii realizată prin prefabricarea şi transportarea la şantier a două semicadre (fig. 34). În această soluţie, transportul la şantier este mai dificil, el punînd probleme serioase în ceea ce priveşte gabaritul admis pe drumurile publice, dar prezintă avantajul unui montaj rapid al construcţiei.

VI. 7. Stîlpi prefabricaţi pentru hale industriale parter

S-a putut constata că, în general, stîlpii obişnuiţi ai halelor industriale parter se confecţionează la uzină sau pe poligoane speciale, transportîndu-se apoi la şantier.

De regulă, stîlpii sînt din beton armat prefabricat, secţiunea lor fiind de cele mai multe ori dreptunghiulară sau pătrată, fără goluri, pentru a se obţine o execuţie cît mai simplă.

În partea superioară, pentru rezemarea elementelor principale, se folosesc adeseori, în locul consolelor, locaşuri realizate prin executarea secţiunii cu doi pereţi verticali între care se plasează capătul elementului principal.

Ca un caz particular interesant apare soluţia cu stîlpi prefabricaţi realizaţi din beton centrifugat produşi de firma ,,SCAC" — Milano în condiţiile unei tehnologii asemănătoare celei pentru stîlpii de tensiune electrică. Tipurile de stîlpi sînt variate în ceea ce priveşte dimensiunile şi lungimea, corespunzător diverselor necesităţi, caracteristice fiind următoarele :

— stîlpii sînt de secţiune rotundă sau pătrată (fig. 35) ;

— se realizează stîlpi cu console pentru susţinerea grinzilor de rulare ale podurilor rulante, stîlpii avînd de asemenea secţiune pătrată sau rotundă ; în primul caz, stîlpul se obţine prin jumelarea a doi stîlpi de secţiune pătrată.

Eficienţa economică a unei astfel de soluţii rezultă din condiţiile speciale ale firmei, care este specializată şi are o puternică dotare cu utilaje pentru executarea stîlpilor centrifugaţi L. E. A.

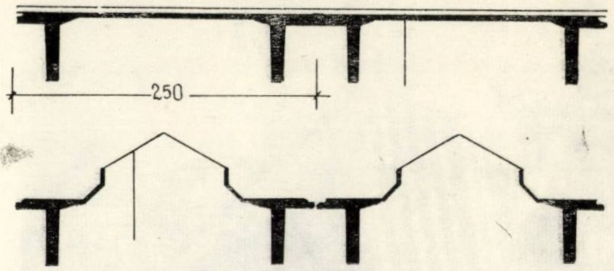


Fig. 29

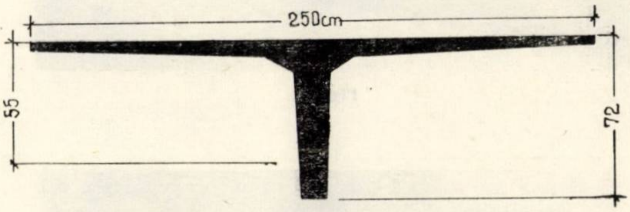


Fig. 30

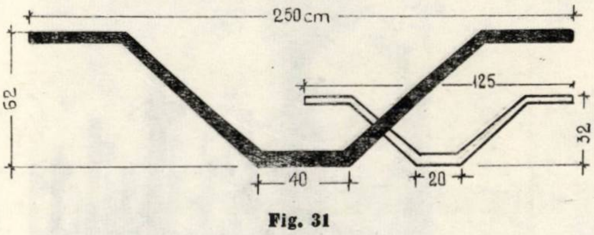


Fig. 31

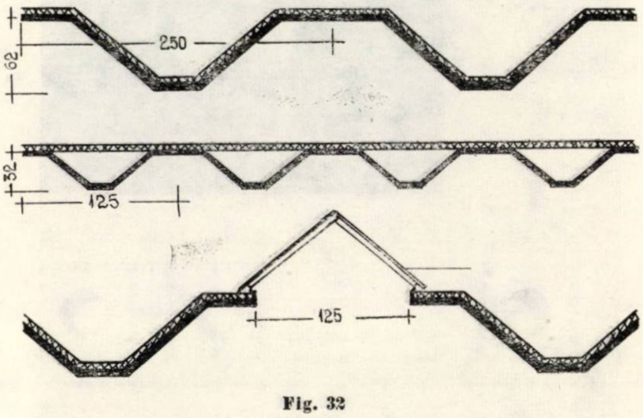
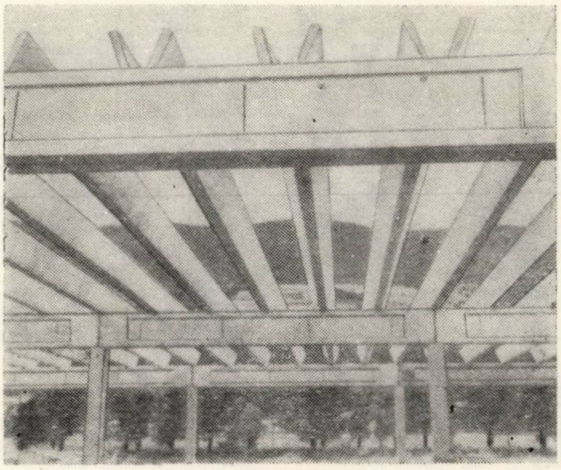


Fig. 32

Fig. 33



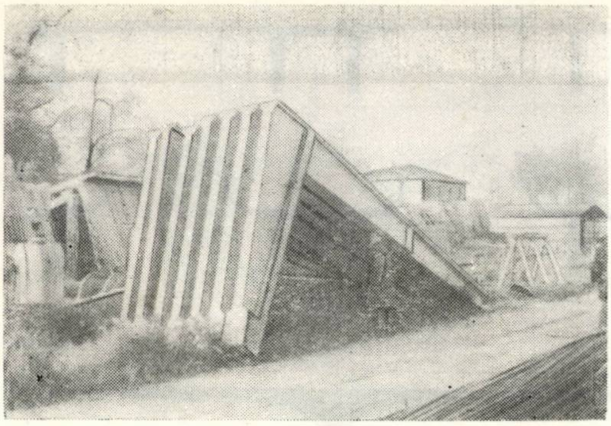


Fig. 34

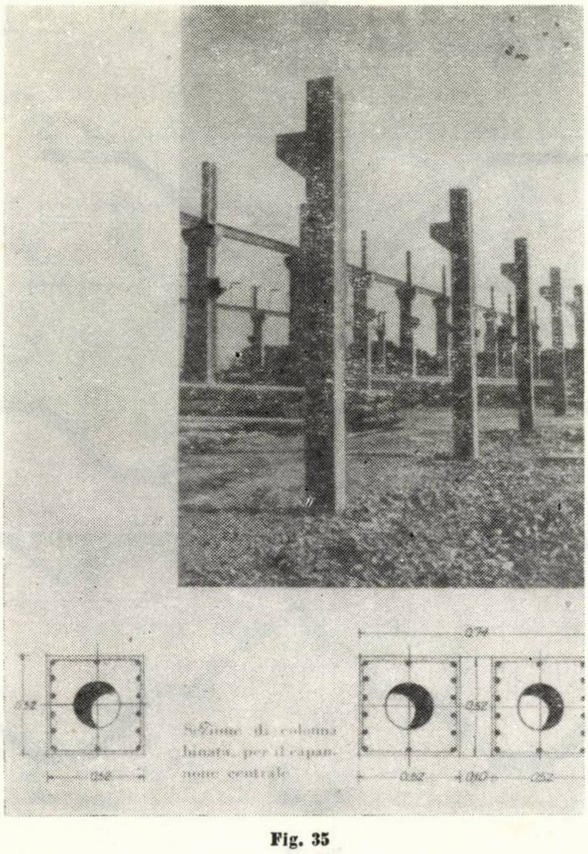
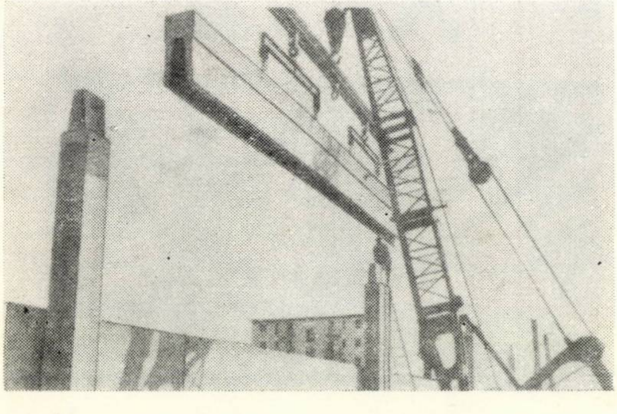


Fig. 35

Fig. 36



Varietatea soluţiilor de stîlpi este foarte mare. Astfel, cu titlu informativ, se menţionează că în cazul unor construcţii de mare deschidere (40 m) acoperite cu arce spaţiale de beton precomprimat, firma ,,Prefabricatti Milesi'' a folosit pentru stîlpi o soluţie din panouri prefabricate cu zăbrele. Caracteristic este faptul că fiecare stîlp se realizează din două rînduri de astfel de panouri asamblate prin diafragme transversale şi prin precomprimare în sens longitudinal.

VI. 8. Îmbinarea elementelor principale de structură cu stîlpii

Principiile de îmbinare a elementelor principale de structură cu stîlpii sînt, judecînd după majoritatea cazurilor văzute, diferite de cele utilizate în mod curent în ţara noastră, la baza lor stînd caracterul de neseismicitate a majorităţii teritoriului italian. De aceea, spre deosebire de concepţia de rezolvare adoptată în general de ţările avînd teritoriu seismic, îmbinările întîlnite în Italia nu caută să redea caracterul de monolit al structurii şi nici să creeze în aceste îmbinări—prin modul lor de concepţie — posibilitatea de disipare a energiei.

Îmbinările întîlnite se caracterizează prin adoptarea unor forme speciale ale capetelor stîlpilor (locaşuri) sau prin crearea elementelor de structură cu console sau ulucuri.

Astfel, se pot întîlni frecvent stîlpi la care partea superioară este prevăzută cu cîte doi pereţi verticali, creînd un locaş în care se amplasează grinda; s-au putut întîlni uneori şi grinzi realizate cu pereţi dubli (fig. 36), stîlpul terminîndu-se cu un cap cu secţiune redusă care este îmbrăcat în grindă.

Îmbinarea propriu-zisă se realizează prin bulonarea unor piese metalice, mai rar cu sudură, fără betonare; uneori se întrebuinţează dornuri metalice şi mortar.

Evident, astfel de îmbinări ca cele de mai sus nu au capacitatea de a prelua solicitările seismice şi nu pot asigura rezervele necesare de capacitate portantă a structurii, respectiv nici posibilitatea de redistribuire a eforturilor.

Considerăm însă că trebuie reţinut gradul de precizie şi minuţiozitate cu care elementele prefabricate sînt confecţionate.

VI. 9. Elemente secundare de acoperiş

Elementele secundare de acoperiş folosite sînt de diverse tipuri, în funcţie de mărimea interaxului dintre elementele principale de structură. În general, pentru cazurile curente (interax 3—6 m) se utilizează în mare măsură una din soluţiile următoare:

— cînd interaxul este mic, de ordinul a 3—3,6 m, elementele secundare ale acoperişului sînt alcătuite din plăci de beton armat sau plăci mixte realizate din beton şi corpuri ceramice de umplutură;

— pentru interaxe mai mari, pînă la 6 m inclusiv, s-a putut constata că au o mare răspîndire soluţiile cu fîşii din corpuri ceramice şi elemente de beton armat sau beton precomprimat sau panele de beton precomprimat peste care se aşază plăci de beton armat. În unele cazuri s-au întîlnit şi chesoane de beton armat, mai ales pentru interaxele mai mari de 6 m, cum ar fi chesonul de 12,0 × 1,2 m de beton armat produs de firma ,,Volta-Nervata'' (fig. 37).

Trebuie precizat că în Italia, după cum este cunoscut, elementele ceramice cu goluri au o întrebuinţare foarte largă în construcţii, astfel că utilizarea fîşiilor prefabricate cu astfel de corpuri constituie una din soluţiile de mare frecvenţă.

Pentru corpurile ceramice există o mare varietate de tipuri şi respectiv de brevete.

Caracteristice în utilizarea corpurilor ceramice sînt fineţea dimensiunilor (adeseori pereţi de numai cîţiva mm) şi precizia lor de execuţie; utilajele şi procedeul tehnologic de fabricare a acestor corpuri constituie o specialitate a industriei materialelor de construcţii din Italia.

Economicitatea soluţiilor care folosesc corpuri ceramice rezultă, în condiţiile din Italia, prin preţul relativ redus al acestor elemente de construcţie, greutatea proprie scăzută, rezistenţe ridicate.

Grosimea planşeelor cu corpuri ceramice sau a fîşiilor respective, deşi variază în limite destul de mari în funcţie de deschideri, sarcini şi firma producătoare, este în general foarte redusă, fiind cuprinsă între 14 şi 25 cm, pentru fîşiile asociate cu grinzi de beton armat şi respectiv 12,5—25 cm, pentru fîşiile alcătuite cu nervuri de beton precomprimat.

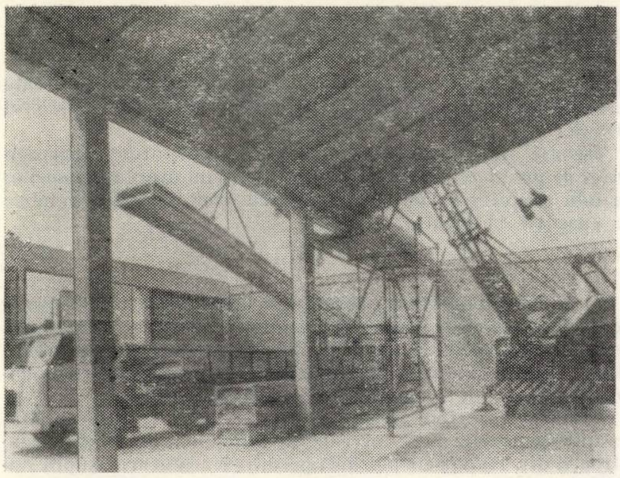


Fig. 37

Greutatea proprie a unor astfel de planșee este comparabilă cu cea a acoperișurilor similare din elemente de beton armat, valorile fiind cuprinse, de regulă, între 75—180 kg/m^2 (respectiv pentru deschideri obișnuite, de 3—6 m).

Trebuie reținută utilizarea tot mai mare a fișiilor realizate cu elemente de beton precomprimat.

Marea varietate de tipuri de elemente ceramice oferite pe piața italiană, precum și calitatea și prețul acestora fac ca alte soluții utilizate frecvent în alte țări să fie mai puțin răspîndite în Italia.

Totuși, soluțiile cu pane de beton precomprimat constituie una din rezolvările mai uzuale care pot fi menționate.

VII. UNELE ASPECTE ÎN LEGĂTURĂ CU ALCĂTUIREA CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE PARTER

Întrucît obiectivele deplasărilor efectuate în Italia s-au referit în principal la producția industrială a elementelor prefabricate, nu s-au putut vizita construcții în exploatare decît în măsură foarte redusă. Din acest punct de vedere, asupra alcătuirilor de ansamblu legate de rezolvările funcționale cerute diverselor tipuri de clădiri industriale parter nu se pot aduce în prezentarea de față date complete.

Totuși, cîteva din aspectele caracteristice legate de alcătuirea halelor industriale se pot desprinde pe baza documentării făcute.

În problema pantelor acoperișurilor s-a putut constata că, în general, se preferă o rezolvare a acoperișurilor cu pante pentru scurgerea apelor pluviale de 5—10%; această soluție se adoptă atît pentru acoperișurile cu o pantă unică (cazul construcțiilor cu o singură deschidere), cît și pentru cele cu mai multe deschideri, în care caz însă elementul are pe fiecare navă pantă dublă.

Pentru halele cu multe nave de deschidere redusă (circa 8—15 m) s-au întîlnit și rezolvări în care scurgerea apelor se asigură prin pante create din înclinarea elementelor principale.

Soluția de evacuare rapidă a apelor pluviale prin utilizarea pantelor de acoperiș este atît de generalizată, încît s-a întîlnit chiar și la elemente de suprafață (elemente T; Y; TT; V. R. C. etc), adoptarea a două pante, ceea ce, evident, complică execuția elementului de construcție.

S-a putut constata că la acoperișurile de tipuri speciale, ca Y, Π, P sau H P, se alcătuiesc grinzi speciale pentru scurgerea apelor de-a lungul doliilor.

Se poate remarca, deci, că există o preocupare permanentă de a se asigura posibilitatea evacuării apelor pluviale direct, prin practicarea unor pante de acoperiș convenabile. Din acest punct de vedere — deși materialele hidrofuge din Italia sînt de calitate superioară — nu s-au întîlnit rezolvări cu acoperișuri terase, fără pantă.

În problema izolațiilor termice se poate constata că materialele folosite sînt exclusiv de tip ușor; nu s-au întîlnit rezolvări ale izolațiilor termice din materiale cu greutăți volumetrice mai mari, echivalente tipului ,,plăci gazbeton".

Se poate constata că au o foarte mare răspîndire polistirenul și poliuretanul expandat, fabricate în general sub denumirile de *polistirello* și *expanso poliuretanico*. Este de menționat că utilizarea lor este foarte largă și la alte tipuri de construcții, cum ar fi clădirile de locuințe din panouri mari prefabricate, școli prefabricate, și în general la diversele panouri de pereți prefabricați.

Pentru *polistirello* se folosește un polistiren cu anhidridă carbonică. Aceasta îl face să nu ardă (este autostinguent), ci numai să se topească la foc (sau la temperaturi înalte), coeficientul de conductibilitate termică avînd valori în jur de $K = 0{,}028$.

În ceea ce privește poliuretanul expandat sînt de menționat cîteva cifre :

— greutate specifică	30 kg/m^3
— rezistențe la rupere la compresiune	4 kg/cm^2
— rezistențe admisibile la compresiune	2,5 kg/cm^2
— coeficient de conductibilitate termică K	0,018
— absorbția de apă în 48 de ore pe suprafața proaspăt tăiată	1—2%
— domeniul de aplicare de la −195°C la +110°C	

— rezistență foarte bună la degradări biologice (mucegai, microorganisme)

— rezistență la foc (autostinguent).

Izolantul se fabrică de regulă în dimensiuni de 1,0 × 2,0 m ; 1,3 × 2,5 m ; 1,2 × 3,0 m și în grosimi de 10 pînă la 60 mm. Este important de semnalat că la cerere se livrează și cu alte dimensiuni.

Trebuie menționat că, în afara materialelor de mai sus, se fabrică și o serie de alte tipuri de termoizolații. Astfel, s-au întîlnit polistiren cu straturi suplimentare (cu o foaie de staniu de circa 0,1 mm lipită pe una din fețe), polistiren acoperit cu un strat bituminos de 1 mm în care se află introdusă o împletitură din fire de sticlă, precum și altele de tip similar.

Hidroizolația, realizată de regulă din cîteva straturi de carton sau pînza, este protejată adeseori cu folii de aluminiu (de 0,1—0,2 mm), astfel încît nu se pune problema aplicării pe acoperișuri a unui strat de protecție din pietriș.

În unele cazuri, în locul foliei de aluminiu se aplică o vopsea specială care conține aluminiu într-o suspensie de bitum, putînd avea și pigmenți cu care se pot obține culori plăcute, care agrementează aspectul construcției. Astfel de vopsele sînt, de exemplu, cele de tip ,,Max-Mayer" sau ,,Reflex".

În unele cazuri trebuie menționat că drept hidroizolație aplicată peste termoizolația din polistiren s-au întîlnit plăci de azbociment ondulat.

Cu privire la luminătoare. În privința realizării luminătoarelor, este interesant de arătat că tipurile de luminătoare de tip longitudinal - dreptunghiular sau longitudinal - triunghiular nu sînt practic folosite.

În schimb, s-a putut constata că în Italia se folosesc pe scară largă luminătoarele izolate făcute din materiale plastice translucide (rășini polisterice) și că există o dezvoltată industrie pentru producerea acestor elemente, cu un bogat sortiment în ceea ce privește caracteristicile geometrice și funcționale.

Principalele caracteristici ale tipurilor de luminătoare, frecvent întîlnite, se pot grupa în următoarele:

— forme diverse în plan: rotunde, cu ∅ de 47 — 270 cm, pătrate, dreptunghiulare, cu laturi de la 48 pînă la 270 cm ;

— cupolete sferice, conice sau în formă de cilindri ;

— cu pereți simpli (pentru halele cu umiditate interioară obișnuită) sau cu pereți dubli (pentru halele cu umiditate interioară ridicată) ;

— pentru evitarea însoririi există cupolete în variante cu microdifuzoare lenticulare care asigură difracția luminii ;

— luminătoarele se pot deschide sau nu ; în primul caz, acționarea se poate face manual, dar cele mai multe tipuri sînt prevăzute cu dispozitive electrice, adeseori cu comandă termostatică ;

— unele din luminătoarele de tip cupoletă pot asigura permanent ventilația naturală.

Dintre tipurile cele mai caracteristice întîlnite, citām :

— tipul ,,Eurocopole Diflux" cu microdifuzoare lenticulare (fig. 38),

— tipul ,,Tholux — lucernari di perspex",

— tipul ,,Cupolini SAPET".

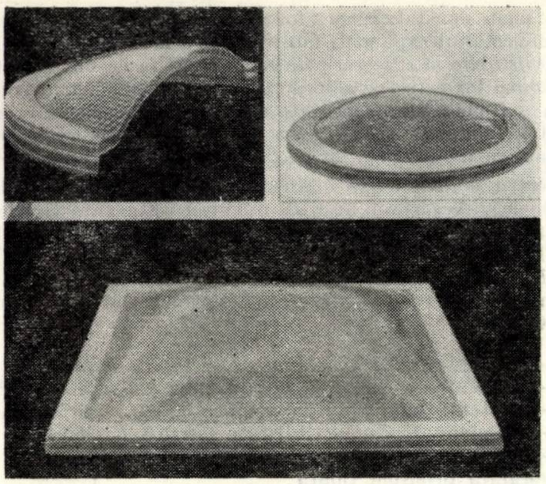


Fig. 38

În foarte multe ocazii s-a întîlnit rezolvată problema iluminării naturale prin prevederea unor elemente translucide de tip ,,ondulux'' din rășini polisterice pe anumite porțiuni ale acoperișului și în planul acestuia, distribuite cît mai uniform. Elementele de tip ,,ondulux'' se realizează plane, curbe sau chiar frînte.

VIII. CU PRIVIRE LA PEREȚII PREFABRICAȚI PENTRU HALE INDUSTRIALE

Realizări cu pereți din elemente prefabricate nu au fost întîlnite decît la cîteva din firmele vizitate și, după aprecierile făcute, în proporții reduse față de restul tipurilor de elemente prefabricate.

Un sistem, brevetat de firma ,,Milesi'' – Milano, constă în realizarea unor panouri de beton armat cu pereți dubli (fig. 39).

Înălțimea panourilor este de 50 cm, lățimea de 20 cm, lungimea maximă pînă la circa 5,0 m.

În spațiul creat între cele două plăci ale pereților se introduce materialul termoizolant, după ce elementul a fost pozat în construcție.

Întrucît în exploatarea acestor tipuri de pereți s-a constatat apariția condensului în dreptul nervurilor transversale care leagă cele două plăci longitudinale, se avea în vedere introducerea în fabricație a unui tip îmbunătățit, alcătuit cu trei plăci longitudinale, diafragmele transversale fiind dispuse în acest caz în mod alternant.

Un alt sistem, ca de exemplu cel folosit în cadrul firmei ,,Volta-Nervata''-Milano, constă în realizarea panourilor de pereți de tip ,,sandviș'', prin înglobare de la turnare a unui strat de polistiren expandat între plăcile de beton armat.

Alte firme ca de exemplu ,,R. D. B.''-Piacenza, produc panouri de pereți realizate din corpuri ceramice prin turnarea de nervuri de beton în ambele sensuri.

De asemenea s-au întîlnit pereți alcătuiți din gaz-beton ușor după sistemul ,,Siporex''-Suedia.

Este interesant că pentru a se permite nominalizarea lungimii de fabricație a elementelor de pereți exteriori, în toate cazurile s-a putut constata poziționarea pereților la exteriorul stîlpilor.

Trebuie de asemenea remarcată simplitatea dispozitivelor de prindere, o dată cu faptul că prin montarea panourilor la fața stîlpilor se acceptă realizarea unor toleranțe minime la execuție și montaj.

★

În cele de mai sus s-a căutat să se arate cîteva din aspectele considerate că ar putea prezenta interes pentru cunoașterea în general a activității din Italia a sectorului de construcții din domeniul clădirilor industriale parter realizate prin prefabricate de beton armat și beton precomprimat.

Desigur, aspectele prezentate nu pot și nu trebuie înțelese ca fiind generalizate pe întreaga activitate a sectorului de construcții din Italia ; ele pot însă permite o orientare asupra stadiului și condițiilor, precum și a tehnicității soluțiilor folosite.

Atît varietatea soluțiilor adoptate, cît și condițiile specifice în care producția elementelor de la caz la caz este rentabilă fac să nu se poată vorbi de o soluție optimă generalizată în sistemul de construcții din Italia. Este de remarcat că, cu toate acestea, diversele soluții – prezentînd variații importante atît din punctul de vedere al concepției, cît și al consumului de materiale, în condițiile unei producții tehnologice judicios organizate – devin rentabile și competitive.

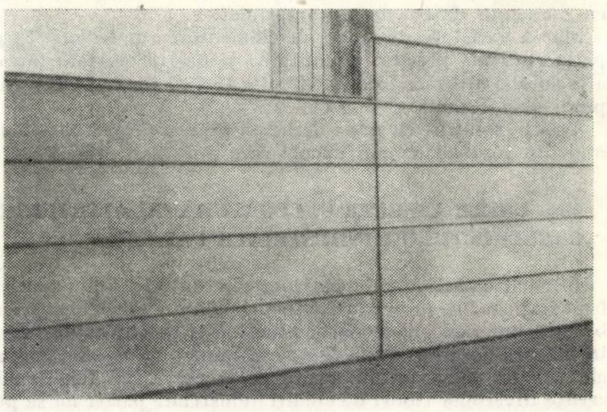
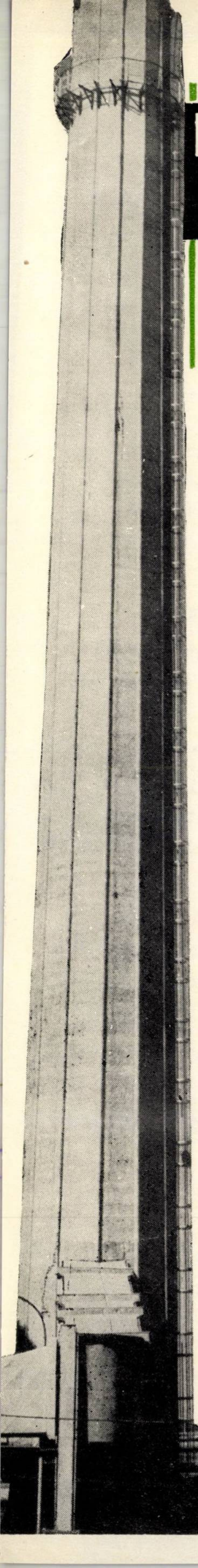


Fig. 39

Din acest punct de vedere, se înțelege că în aprecierea materialului documentar prezentat este necesar să se procedeze cu discernămînt în preluarea diverselor date.

În cazurile în care se manifestă interes pentru anumite detalii, rapoartele detaliate întocmite, precum și materialul documentar procurat pot fi consultate la biblioteca C.S.C.A.S. I.P.C.T.

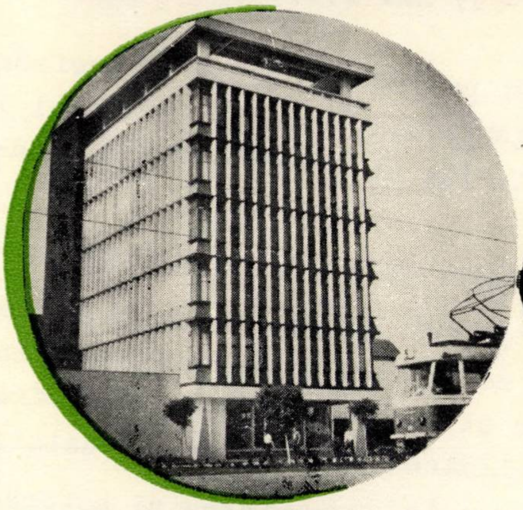


ÎNTREPRINDEREA Nr. 4.

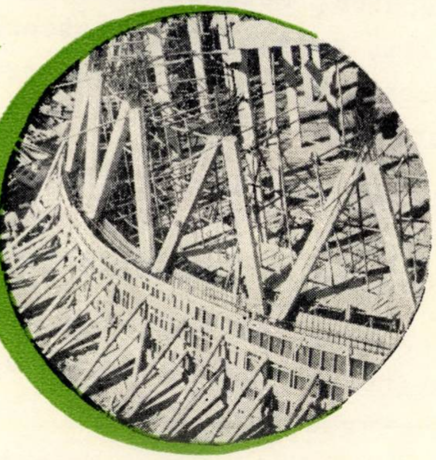
CONSTRUCȚII MONTAJ

IAȘI

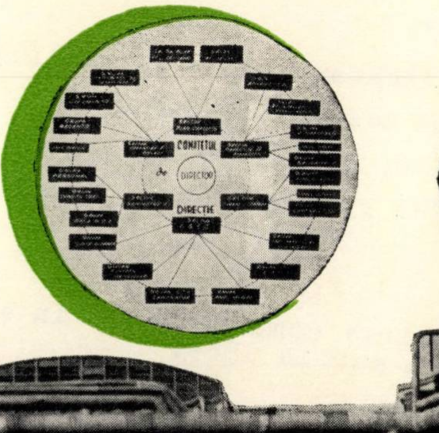
Execută



- CONSTRUCTII de COMPLEXE INDUSTRIALE.
- COMPLEXE AGRO-ZOOTEHNICE
- CLADIRI SOCIAL-CULTURALE



- LUCRARI SPECIALE de BETON ARMAT, BETON PRECOMPRIMAT, MONTAJE de PREFABRICATE, SILOZURI, CASTELE de APA, TURNURI de RACIRE
- CONFECTII METALICE
- PREFABRICATE din BETON ARMAT SI PRECOMPRIMAT.



- CERCETĂRI OPERAȚIONALE
- STUDII de ORGANIZARE A INTREPRINDERILOR ȘI ȘANTIERELOR DE CONSTRUCȚII - MONTAJ
- ANALIZE, INCERCĂRI ȘI STUDII DE LABORATOR ASUPRA AGREGATELOR, LIANTILOR, BETONULUI ARMAT ȘI PRECOMPRIMAT, OȚELULUI BETON.

M. I. C.
MINISTERUL INDUSTRIEI CONSTRUCŢIILOR
INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU MATERIALE ŞI PREFABRICATE DE CONSTRUCŢII
I. C. M. P C.
CALEA GRIVIŢEI Nr. 136
CENTR. TELEFON 17.48.00 SECRETARIAT 17.01.85

Redactat:

Bucureşti Nr.................. 196.........

Dactilografiat:

Referitor la: SESIUNEA DE COMUNICARI
ŞI
SARBATORIREA A 20 DE ANI DE LA INFIINŢAREA I.C.M.P.C.
14 - 17 mai 1969

Institutul de cercetări pentru materiale şi prefabricate de construcţii (I.C.M.P.C.) organizează, între 14 şi 17 mai 1969, o sesiune de comunicări ştiinţifice şi sărbătorirea a 20 de ani de la înfiinţarea institutului.

Se vor prezenta comunicări în cadrul următoarelor secţii:

Secţia I	: Ceramică fină şi refractară, ceramică de construcţii: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria ceramicii fine şi de construcţii, cercetări economice şi cercetări chimice în industria ceramicii.
Secţia II	: Sticlă: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria sticlei, materiale izolatoare, materiale de finisaj, cercetări economice şi cercetări chimice în industria sticlei.
Secţia III	: Lianţi, produse de azbociment: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria lianţilor, cercetări chimice şi economice în industria lianţilor.
Secţia IV	: Betoane şi tehnologii pentru prefabricate, agregate naturale şi piatră de construcţii, cercetări economice în domeniul construcţiilor.

Limbile oficiale de prezentare a comunicărilor sînt: romāna, franceza, rusa şi germana.

Orice lămurire suplimentară poate fi obţinută la

- Secretariatul Sesiunii I.C.M.P.C.
Bd.Preciziei 6, sector 7, telefon 31.08.92 şi
Calea Griviţei 136, sector 8, telefon 17.01.85

Primirea comunicărilor in extenso se închide la 1 martie 1969.

POLIMEX

NOUTĂŢI ÎN INDUSTRIA POLONEZĂ A UTILAJELOR DE CONSTRUCŢII DESTINATE EXPORTULUI

În ultimii ani, Polonia a reuşit să ocupe un loc de frunte printre ţările exportatoare de utilaje de construcţii, datorită introducerii în fabricaţie a unor tipuri de maşini deosebit de căutate.

Prezentăm mai jos în continuare unele tipuri noi de utilaje destinate exportului.

Încărcător autopropulsat pe pneuri tip L-2

Acest utilaj a fost conceput prin asamblarea unor elemente de bază unificate, cu puterea de 100 CP, care servesc şi ca elemente de bază pentru alte tipuri de utilaje ca screpere, bene basculante, gredere sau platforme joase, obţinîndu-se astfel avantajele considerabile care derivă dintr-o fabricaţie de mare serie. Acest tip de încărcător se utilizează în primul rînd la încărcarea mijloacelor de transport folosite la lucrări de pămînt. Concepţia acestui încărcător se bazează pe un sistem modern de bracare cu articulaţii, ceea ce permite o mare mobilitate şi uşurinţă de lucru şi conduce, în final, la o reducere maximă a ciclului de lucru normal.

Acţionarea se face cu ajutorul unui motor LEYLAND UE 400, iar comenzile se transmit la cele două punţi prin intermediul unui schimbător hidraulic şi al unei cutii de viteze reversibile, comutabile sub sarcină. Mecanismul de direcţie este de tipul hidraulic cu sistem de urmărire de mare sensibilitate şi rapiditate de lucru.

Ansamblul alcătuit din braţ şi cupă este antrenat cu ajutorul cilindrilor hidraulici. Lanţul cinematic al braţului prezintă toate caracteristicile cerute de ultimele exigenţe tehnice, şi anume: aşezarea automată a cupei în poziţie de descărcare sau atac, autodeclanşarea mişcării braţului la înălţimea de descărcare cerută şi ghidarea în linie dreaptă a sistemului pe durata ridicării cupei pline. Automatizarea manevrelor permite creşterea productivităţii. Acesta este motivul pentru care toate mişcările se execută cu viteze ridicate.

Caracteristici tehnice:

Puterea motorului la turaţia de 2 100 rot/min — 90 CP;

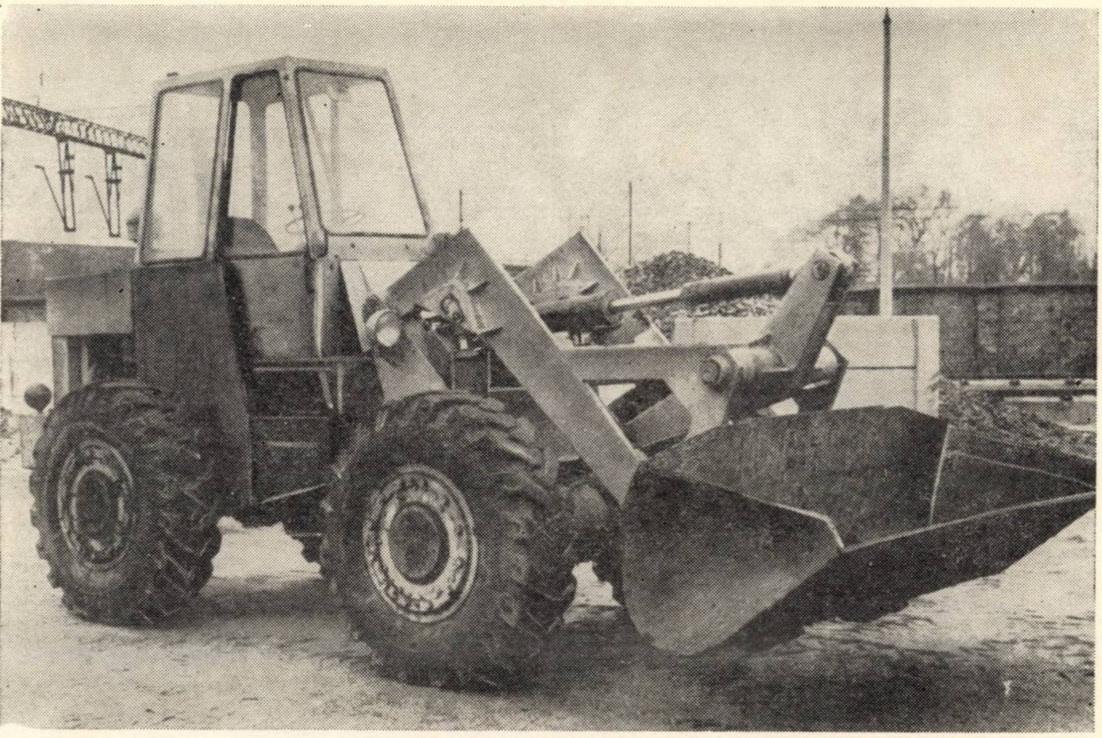
Viteza în poziţia de mers, înainte şi înapoi — 5, 6, 11, 19 şi 38 km/h;

Pneuri — 14,00 × 24;

Forţa de ridicare — 2 t, ceea ce corespunde unei cupe avînd capacitatea de 1,25 m³;

Greutatea totală — 9 t;

Unghiul maxim de bracare ± 40°.



Macara-turn tip MOSTOSTAL ZW-120/160

Acest utilaj reprezintă varianta modernizată a macaralei ZW—16/120. Utilajul este destinat a fi folosit la lucrările de construcţii şi montaj pe şantierele industriale şi la construcţiile de locuit multietajate, respectiv la executarea de clădiri a căror înălţime poate atinge 74,5 m (adică 23 etaje).

Turnul macaralei se prezintă sub forma unei grinzi cu zăbrele avînd înălţimea de 50 m şi se compune din şase elemente solidarizate prin bulonare. Turnul poate fi micşorat cu înălţimea unui element de 7,5 m. Braţul se prezintă de asemenea sub forma unei grinzi cu zăbrele alcătuită din elemente solidarizate prin bulonare; se dispune de trei variante de lungimi de braţ; 22,5 m (3 elemente), 30,0 m (4 elemente) şi 38,9 m (5 elemente).

Mecanismele macaralei sînt comandate din cabina operatorului; cabina poate ocupa următoarele cinci poziţii pe verticală: 9,5 m; 17,0 m; 24,5 m; 32,0 m şi 37,0 m, raportate la nivelul capului şinei. Macaraua este prevăzută cu un dispozitiv electronic cu rol de limitare a momentului şi care asigură astfel protecţia împotriva supraîncărcării, şi cu întrerupătoare de capăt de cursă pentru înălţimea de ridicare, mişcarea de translaţie şi poziţiile extreme ale braţului; există de asemenea un dispozitiv de siguranţă contra desfăşurării cablului de ridicare a sarcinii care creează astfel condiţiile de securitate necesare în exploatarea macaralei.

Macaraua se poate deplasa pe o cale de rulare curbă; modificarea săgeţii se poate face şi sub sarcină.

Macaraua se transportă pe calea ferată sau pe drum — în vrac, demontată în elemente sau combinat: şasiul cu platforma turnantă şi capra de montaj se transportă asamblate, iar braţul, turnul şi cabina, demontate în elemente. Montarea şi demontarea macaralei se asigură prin mecanismele proprii şi durează aproximativ 130 ore.

Caracteristicile tehnice ale macaralei MOSTOSTAL ZW-120/160:

<table>
<tr><th></th><th colspan="4">Lungimea braţului</th></tr>
<tr><th></th><th colspan="2">L = 22,4 m</th><th>L = 30,0 m</th><th>L = 38,9 m</th></tr>
<tr><td>1. Braţul (m)</td><td colspan="2">10,2—24,2</td><td>12,7—31,5</td><td>15,8—40,0</td></tr>
<tr><td>2. Forţa de ridicare (t)</td><td colspan="2">16,0— 6,7</td><td>10,6— 4,3</td><td>6,3— 3,0</td></tr>
<tr><td>3. Înălţimea de ridicare (m)</td><td colspan="2">58,5—43,5</td><td>65,5—45,5</td><td>74,5—48,0</td></tr>
<tr><td>4. Viteza de ridicare (m/min) pentru o forţă de ridicare de 16,0 t, 10,6 t, 6,3 t, 3,0 t</td><td>8,10</td><td>12,15</td><td>24,30</td><td>48,60</td></tr>
<tr><td>5. Momentul transmis (tm)</td><td colspan="2">160</td><td>135</td><td>120</td></tr>
<tr><td>6. Viteza de translaţie (m/min)</td><td colspan="4">23,6</td></tr>
<tr><td>7. Viteza de rotaţie (rot/min)</td><td colspan="4">0,4</td></tr>
<tr><td>8. Schimbarea poziţiei braţului</td><td colspan="4">124 s</td></tr>
<tr><td>9. Puterea totală instalată</td><td colspan="4">64,5 kW</td></tr>
<tr><td>10. Greutatea maximă</td><td colspan="4">78 t</td></tr>
<tr><td>11. Contragreutatea</td><td colspan="4">26,7 t</td></tr>
</table>

Macara autoridicătoare tip ZBS-80

Acest tip de macara este destinat a fi folosit la executarea clădirilor din elemente prefabricate de tip greu sau din elemente metalice, sau la transportul simultan al mai multor bene cu beton în cazul construcţiilor din beton monolit.

Macaraua se livrează în două variante: mobilă pe şine (10 elemente de turn montate pe un şasiu mobil) sau de perete (turn fixat de peretele exterior al construcţiei).

Macaraua ZBS—80 se montează începînd de la vîrf. Turnul se amplasează pe o dală de fundaţie din beton sau pe un cadru metalic lestat cu beton. Macaraua se compune din elemente de secţiune pătrată de tip grindă cu zăbrele, alcătuite din ţevi şi laminate din oţeluri superioare solidarizate prin sudură. Vîrful turnului poartă elementul mobil pe care este dispus palierul cu dublă coroană şi partea turnantă a macaralei. Partea aceasta turnantă cuprinde platforma principală şi cabina mecanicului, cadrul cu mecanismele respective, aparatajul electric şi lestul din beton al grinzilor cu zăbrele care alcătuiesc turnul şi braţul macaralei.

Montarea macaralei se face în două etape. În prima etapă se montează pe turn partea mobilă şi se fixează prin bulonare; apoi se trece la montarea elementului prelungitor următor la vîrful structurii montate anterior. Ridicarea şi montarea elementelor cu rol de prelungire se realizează cu ajutorul mecanismelor proprii ale macaralei (mecanisme de ridicare şi ghidaj).

În a doua etapă se ridică partea mobilă cu ajutorul unui troliu special şi se fixează pe vîrful supraînălţat al unui element de turn. În timpul montajului, macaraua este asigurată împotriva aluneeării cu ajutorul unui mecanism special cu clichet.

Macaraua este comandată dintr-un punct fix, respectiv din cabina mecanicului sau eventual din oricare alt punct situat fie pe macara, fie pe clădirea în curs de execuţie; mişcările sînt comandate de la un pupitru central de telecomandă.

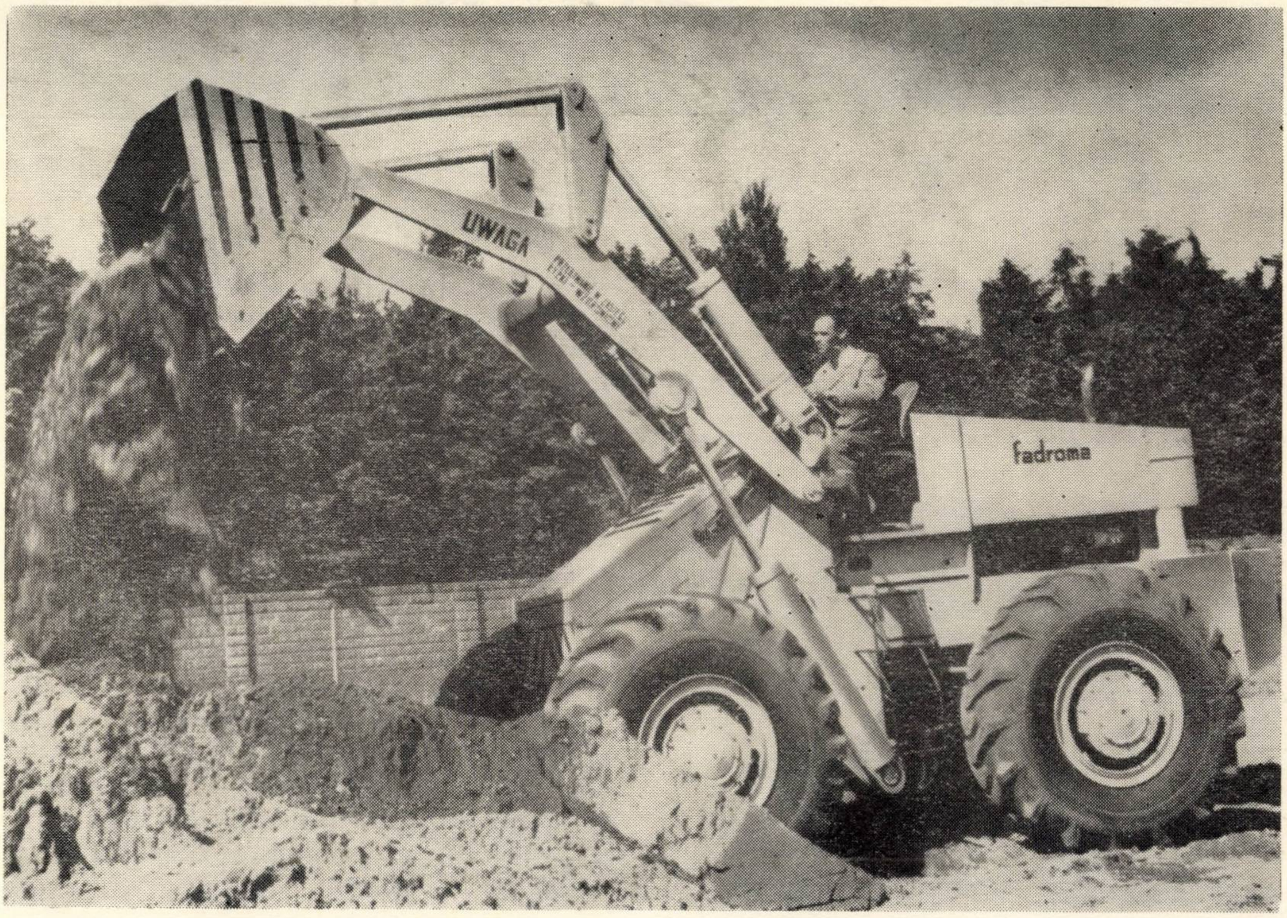
Operaţia de demontare constă în coborîrea succesivă a părţii mobile de-a lungul structurii turnului şi demontarea diverselor elemente componente, începînd de la vîrf spre bază.

Principalii parametri ai macaralei tip ZBS-80:

Capacitatea portantă (tm)	80
Forţa de ridicare la braţ maxim (35 m)	1,6 t
Forţa de ridicare la braţ minim (3,0 la 12,5 m)	6,3 t
Înălţimea maximă de ridicare	100 m
Viteza	
— de ridicare (m/min)	9,9 la 58,0
— de translaţie a pisicii (m/min)	30
— de urcare (m/min)	0,8
— de rotaţie (rot/min)	0,75
Puterea totală a motoarelor (kW)	40
Greutatea macaralei cu turn integral montat	67,5 t
Contragreutatea	10,8 t

MŰSZAKI KÖNYVTÁR
883

Incărcător autopropulsat pe pneuri tip L-3



Utilajul este montat pe un tractor cu două osii cu roţile din spate comandate. Ţinînd seama de caracteristica sa principală (cupă avînd capacitatea de 2,0 m^3), se poate afirma că acest tip de utilaj se situează la limita dintre utilajele de transbordare şi utilajele independente folosite la lucrări de pămînt. Poate fi folosit ca buldozer-încărcător la lucrări de pămînt de mică adîncime sau la operaţii de nivelare şi ca încărcător pentru încărcarea unor mijloace de transport de mare capacitate, ca de exemplu tractoare cu bene basculante. Sistemul de antrenare este alcătuit dintr-un motor LEYLAND UE 680 de 193 CP la turaţia de 2 200 rot/min, cu variator, o cutie de viteze comutabilă sub sarcină, o punte de comandă fixă şi o punte cu roţi comandate. Sistemul de lucru se compune dintr-un braţ, o cupă şi braţele care alcătuiesc patrulaterul articulat. Elementele acestui patrulater au fost astfel alese încît să menţină cupa închisă pe durata ridicării sarcinii, evitînd astfel pericolul descărcării; ulterior, după descărcarea conţinutului, cînd cupa se află în poziţie ridicată, revenirea în poziţia de lucru se face automatizat. Mişcările braţului şi cupei sînt comandate hidraulic. Mecanismul de antrenare a sistemului de direcţie care acţionează asupra roţilor din spate este de asemenea cu comandă hidraulică şi este cuplat cu volanul de direcţie printr-un sistem de urmărire.

Parametrii principali ai încărcătorului:

Viteza în poziţie de mers înainte şi înapoi — 6, 12, 20 şi 41 km/h;

Pneuri — 18,00 × 25;

Forţa de ridicare — 3 t.

Utilajele de construcţii prezentate se exportă prin Întreprinderea poloneză de import şi export **POLIMEX** *— Warszawa, ul. Czackiego 7/9, P.O.Box 814 i 815.*

La livrarea utilajelor se asigură şi asistenţa tehnică necesară şi anume: formarea cadrelor de mecanici, asistenţă tehnică prin cadrele specializate ale producătorului, verificări în cadrul perioadei de garanţie şi furnizarea de piese prin care să se asigure funcţionarea fără întreruperi a utilajelor; în caz de defecţiuni mărunte sau de deteriorare a utilajelor se asigură remedierea lor imediată pentru a le reda productivitatea maximă.

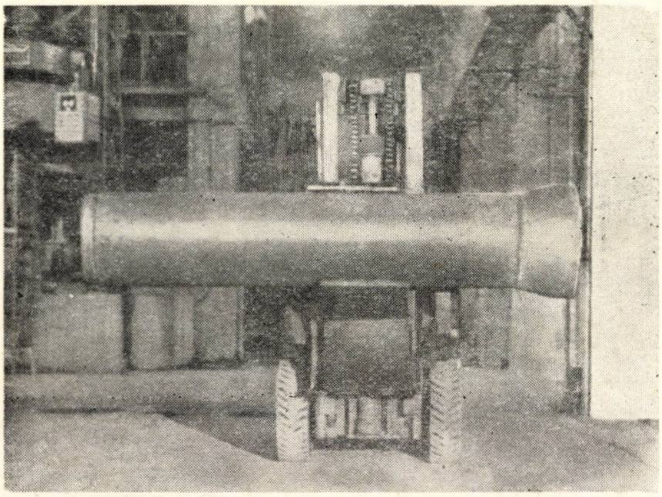
Publicom

TUBURI DIN BETON
PENTRU CANALIZĂRI

livrează

ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE
DIN BETON TURDA
Turda, str. Armata Roşie 19 • Telefon 1600 şi 1060

ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE
DIN BETON GALAŢI, Secţia Doaga
Galaţi, str. Bazinul Nou 83 • Telefon 15871



Tuburile sînt executate cu utilaj modern, de ultimul tip, ceea ce le conferă calităţi superioare.

Betonul de marcă B 300 este perfect compactat cu ajutorul vibratoarelor cu înaltă frecvenţă şi, prin presare, tuburile rezultînd etanşe, apa uzată din canal nu poluează pînza de apă subterană. Tehnologia asigură dimensiuni precise în limita unor toleranţe foarte strînse. Suprafeţele interioare şi exterioare ale tuburilor sînt netede şi rezistă bine la uzură.

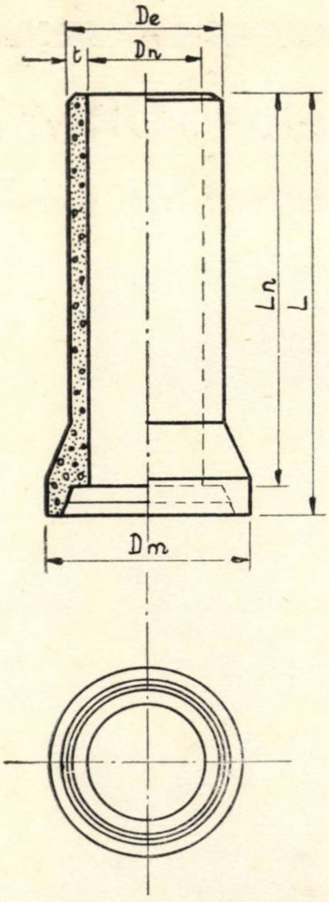
Calitativ, tuburile corespund condiţiilor prescrise de STAS 816—63.

Gama de dimensiuni este următoarea:

Forma secţiunii	∅ (mm)	l (mm)	Mod de îmbinare	Fabrica producătoare
Circulară	150 200 250	1 000 1 000 1 000	cu inel de cauciuc	IPB Galaţi Secţia Doaga
Circulară	150 200 250 300	1 000 1 000 1 000 1 000	cu mortar	IPB Turda
Circulară	300 400 500	2 500 2 500 2 500	cu inel de cauciuc	IPB Galaţi Secţia Doaga IPB Turda
Ovoidală	500/750 600/900	2 500 2 500	cu mortar	IPB Galaţi Secţia Doaga IPB Turda

Tuburile cu secţiune circulară sînt cu mufă; cele ovoidale cu cep şi buză. Pentru tuburile de mai sus se produc elemente pentru coturi şi ramificaţii. Contractarea se face pe bază de repartiţie emisă în limita capacităţilor de producţie. Livrarea franco-depozit furnizor încărcat în mijlocul de transport.

DIMENSIUNILE TUBURILOR:

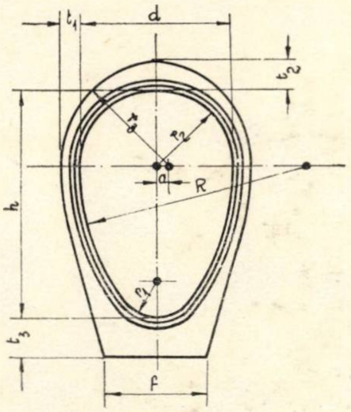

De
t
Dn
Ln
L
Dm

Secţiune circulară

Lungime nominală	Ln	1000	1000	1000	1000	2500	2500	2500
Diametru nominal	Dn	150	200	250	300	300	400	500
Lungime reală	L	1070	1070	1070	1070	2600	2600	2600
Diametrul exterior al tubului	Dl	210	270	330	390	390	500	616
Diametrul exterior la mufă	Dm	300	370	448	518	496	604	740
Grosimea peretelui pe tub		30	35	40	55	45	50	58

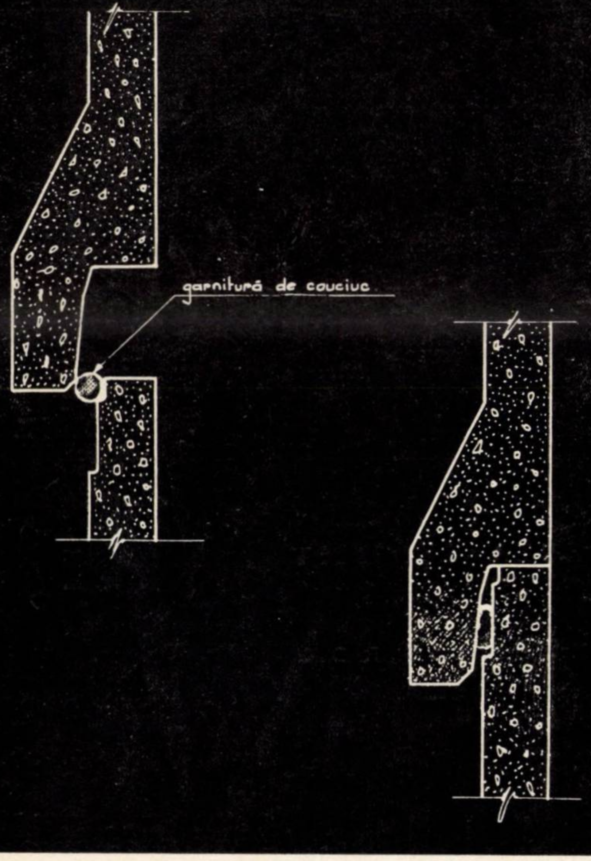
Secţiune ovoidală

Lungime nominală	Ln	2500	2500
Lungime reală	L	2526	2530
Înălţime interioară	h	750	900
Lăţime interioară maximă	d	500	600
Grosimea peretelui			
— curentă	t_1	64	74
— la cheie	t_2	84	98
- la bază	t_3	84	98


t1
d
t2
r1
r2
a
R
h
r3
t3
f

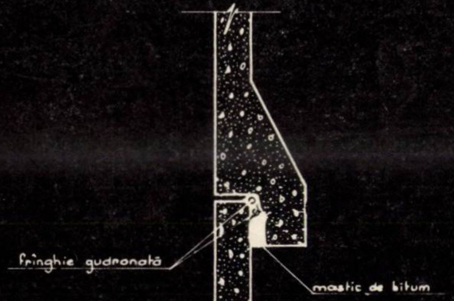
DETALII ALE CELOR DOUĂ MODURI DE ÎMBINARE

ÎMBINARE USCATĂ CU GARNITURĂ DE CAUCIUC

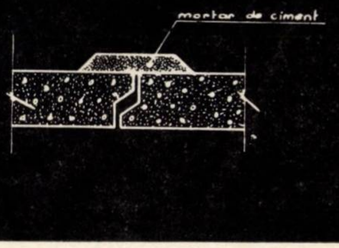

garnitură de cauciuc

ÎMBINARE UMEDĂ

La tuburi cu secţiune circulară

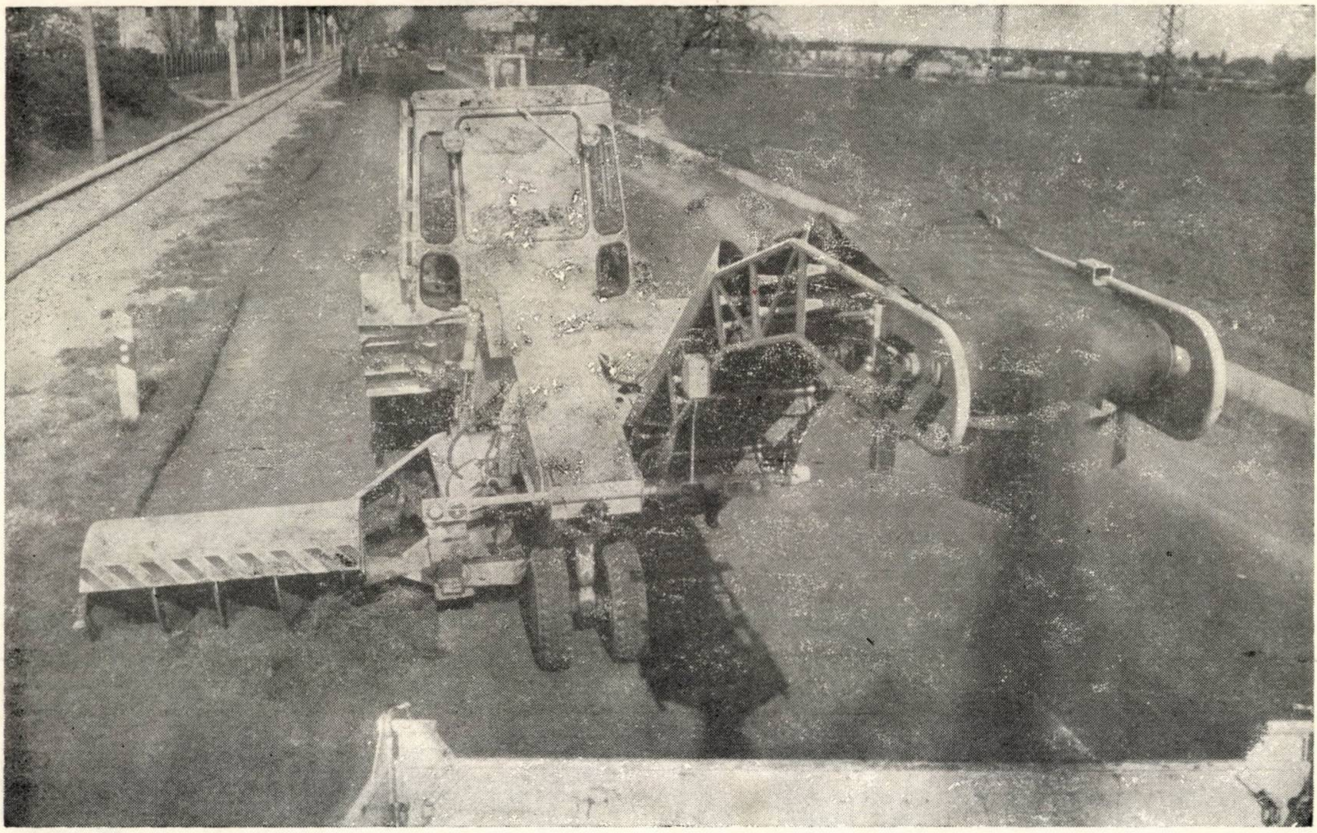

frînghie gudronată
mastic de bitum

La tuburi cu secţiune ovoidală


mortar de ciment

Mașina de curățire a banchetelor URM 70

Întreținerea rațională a autostrăzilor și drumurilor publice



Un nou tip de combină alcătuită din
Agregat universal U 70·
Freză pentru banchete și dispozitiv
de încărcare· Mașină de măturat

Curățire, încărcare, măturare
a carosabilului în flux

Pomii și stîlpii nu constituie o piedică

Distinsă cu Medalia de Aur a Tîrgului din Leipzig

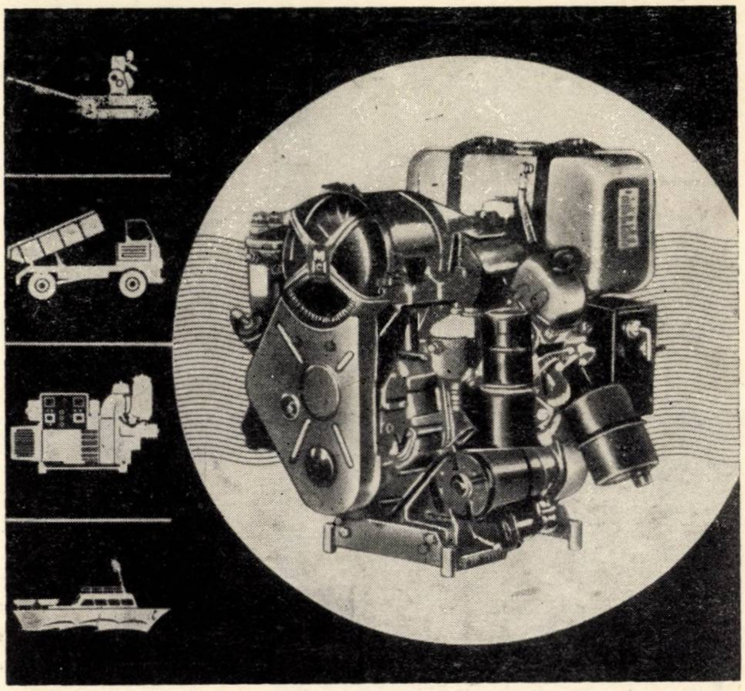
Solicitați prospectul nostru detaliat

**VVB BAU-, BAUSTOFF-
UND KERAMIKMASCHINEN**
701 Leipzig, Katharinenstrasse 17 Telefon: 24 277 ● Telex: 051 596

Exportator: **MASCHINEN•EXPORT**
Intreprindere de stat pentru comerțul exterior
a Republicii Democrate Germane

108, Berlin, Mohrenstrasse 61, R. D. G.

Publicom



MICROMOTOARE DIESEL RĂCITE CU AER

DOMENII DE APLICARE:

agricultură • industria construcţiilor • transporturi • tehnica exploatării • construcţii de ambarcaţiuni • mecanisme • mijloace de transport speciale

TIPURI:

1 KVD 8 EL motor monocilindric în patru timpi, răcire cu aer
putere de durată: **3,2/6,5 CP**
turaţia: **1 500/3 000 rot/min**
greutate: **70 kg**

2 KVD 8 SVL motor cu doi cilindri, în patru timpi, răcire cu aer
putere de durată: **6,4/13 CP**
turaţia: **1 500/3 000 rot/min**
greutate: **125 kg**

4 KVD 8 SVL motor cu patru cilindri, în patru timpi, răcire cu aer
putere de durată: **12,8/26 CP**
turaţia: **1 500/3 000 rot/min**
greutate: **200 kg**

Producător: **VEB MOTORENWERK CUNEWALDE**
8704 Cunewalde

TÎRGUL DIN LEIPZIG: TÎRGUL DE PRODUSE TEHNICE, HALA IVA

Exportator: **Technocommerz GmbH,**

108 **Berlin**, Mittelstr. 25, **Republica Democrată Germană**

Informaţii se pot obţine prin Ambasada R.D.G. din R. S. România
SECŢIA COMERCIALĂ, BUCUREŞTI, CALEA DOROBANŢILOR 14

Publicom

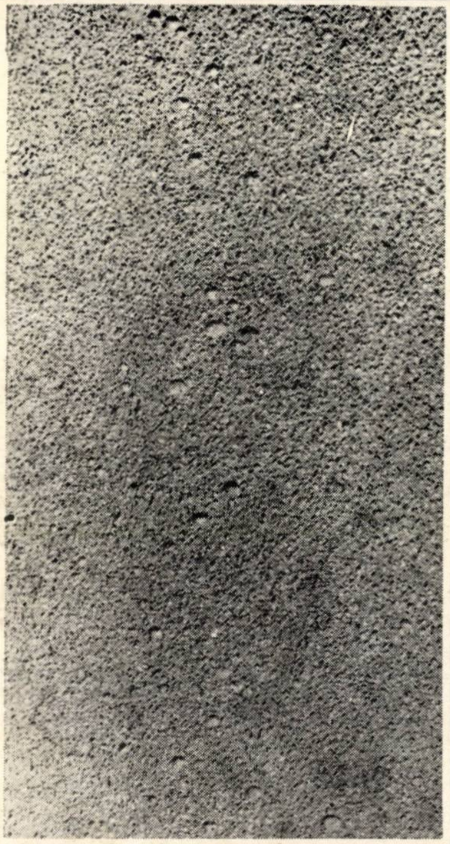
M. I. C. — DIRECȚIA GENERALĂ A PREFABRICATELOR

BETON CELULAR AUTOCLAVIZAT

INTREPRINDEREA DE PREFABRICATE DIN
BETON CELULAR AUTOCLAVIZAT

DOICEŞTI • Județul Dîmbovița • telefon 18

PRODUCE ŞI LIVREAZĂ PE BAZĂ DE REPARTIȚIE



– PLACI TERMOIZOLANTE DIN BETON CELULAR AUTOCLAVIZAT (SORT 0,5 t/m³)

■ Dimensiuni :
498 × 240 × 63 mm
498 × 240 × 83 mm
498 × 240 × 100 mm
498 × 240 × 120 mm

– PANOURI MARI SLAB ARMATE DIN BETON CELULAR AUTOCLAVIZAT (SORT 0,7 t/m³)

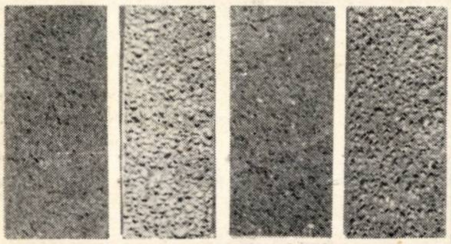
■ Dimensiuni :
5890 × 1200 – 1360 × 240 mm

– BLOCURI MICI DE ZIDARIE DIN BETON AUTOCLAVIZAT (SORT 0,7 t/m³)

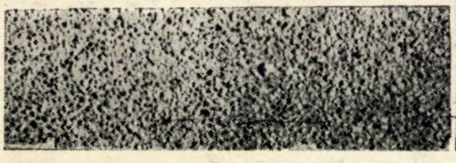
■ Dimensiuni :
498 × 193 × 240 mm

La cerere se pot produce și alte sortimente în baza acordului dintre furnizor și beneficiar.

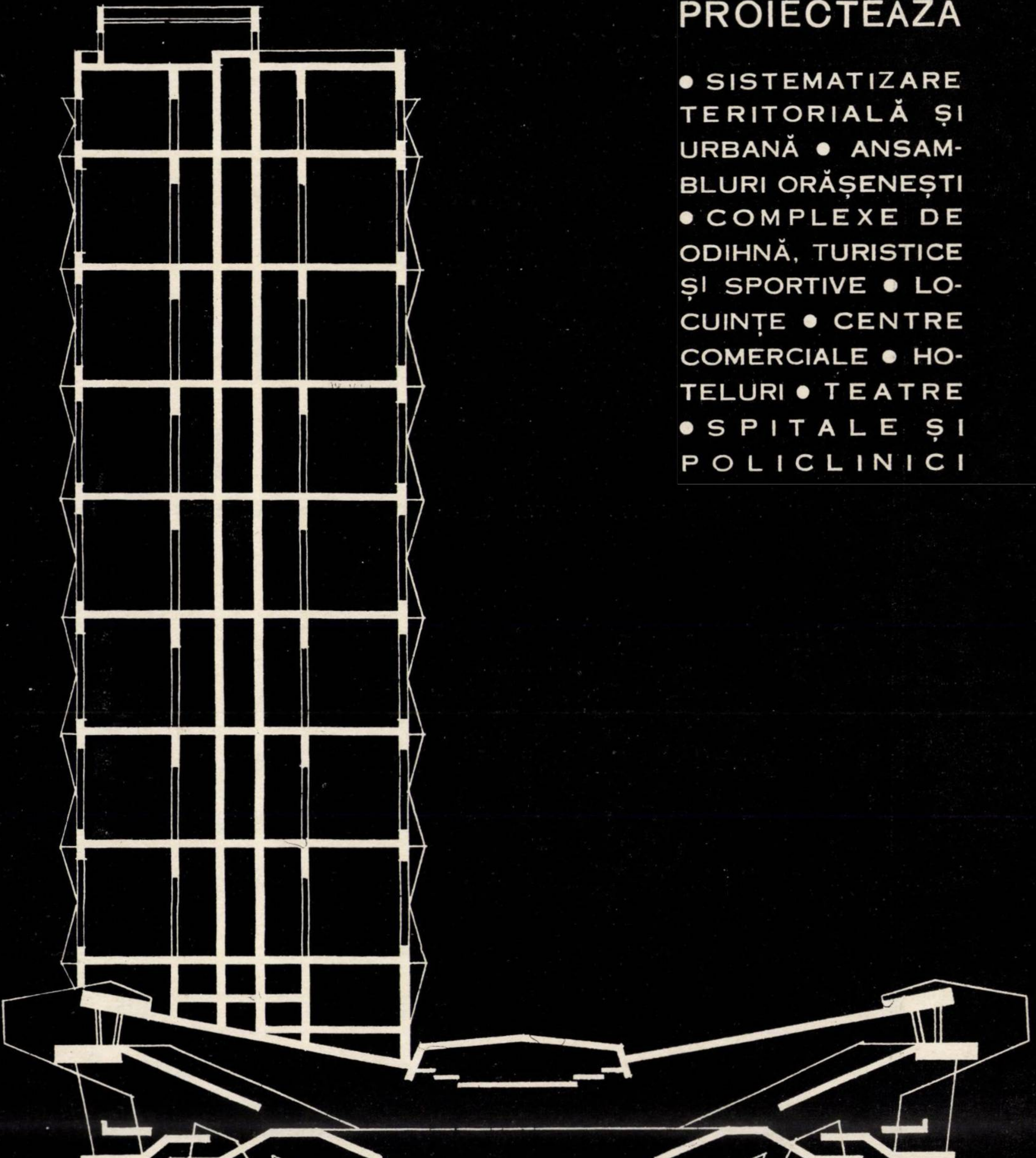
Datorită proprietăților sale remarcabile :
- greutate redusă
- prelucrare ușoară
- rezistență bună la compresiune
- rezistență la îngheț-dezgheț
- rezistență termică și fonică foarte bună
- eficiență economică



Betonul celular autoclavizat este folosit la executarea pereților exteriori și interiori, portanți și neportanți, la izolarea termică a panourilor de perete cu trei straturi, a teraselor și acoperișurilor, a planșeelor ce separă spațiile încălzite de cele reci, la clădirile de locuit, social-culturale, industriale și agrozootehnice.



INSTITUTUL DE STUDII ȘI PROIECTĂRI PENTRU CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE



PROIECTEAZĂ

● SISTEMATIZARE TERITORIALĂ ȘI URBANĂ ● ANSAMBLURI ORĂȘENEȘTI ● COMPLEXE DE ODIHNĂ, TURISTICE ȘI SPORTIVE ● LOCUINȚE ● CENTRE COMERCIALE ● HOTELURI ● TEATRE ● SPITALE ȘI POLICLINICI

ISCAS

BUCUREȘTI 13 ● STRADA SNAGOV NR. 53—55 ● TELEFON: 11.78.40

În atenția cititorilor

REÎNNOIȚI-VĂ ABONAMENTELE

LA

„Revista construcţiilor și a materialelor de construcţii"

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT PENTRU CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

Pentru a vă asigura în cursul anului 1969 toate numerele revistei noastre, abonaţi-vă din timp, tirajul fiind limitat. Preţul unui abonament anual individual este de 60 lei, iar al unui abonament de instituţie de 170 lei. Abonamentele se fac numai la administraţia revistei, Bucureşti, str. Episcopiei 9, Sector 1, sau prin mandat poştal adresat Administraţiei, Căsuţa poştală 2951, Oficiul poştal 22, cont virament BNRSR-DECBS 64.03.01.39.

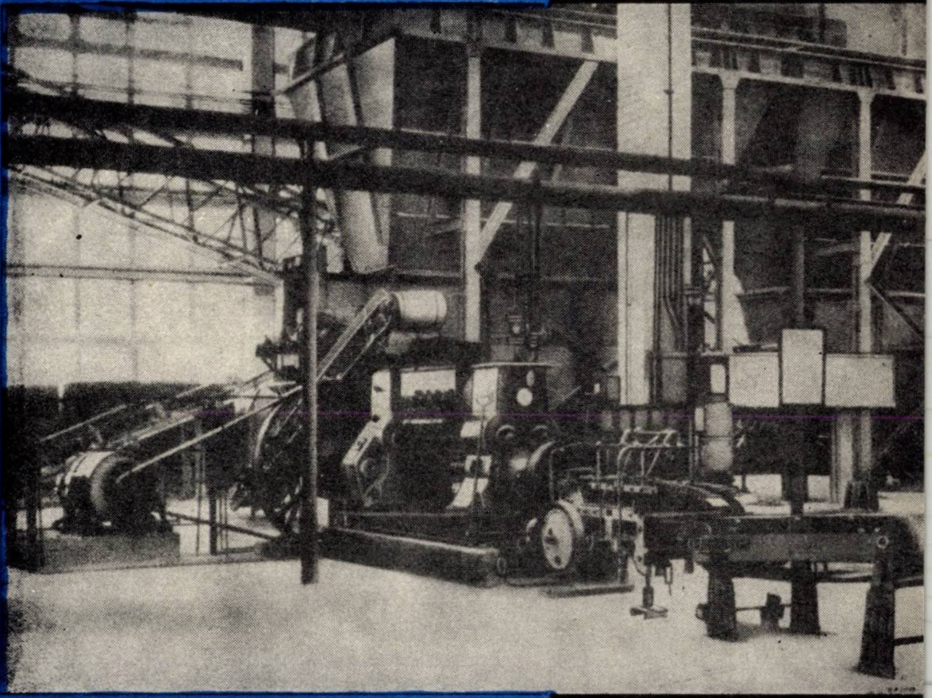
ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT
1983

BUCHAREST
INDUSTRIALEXPORT
ROMANIA

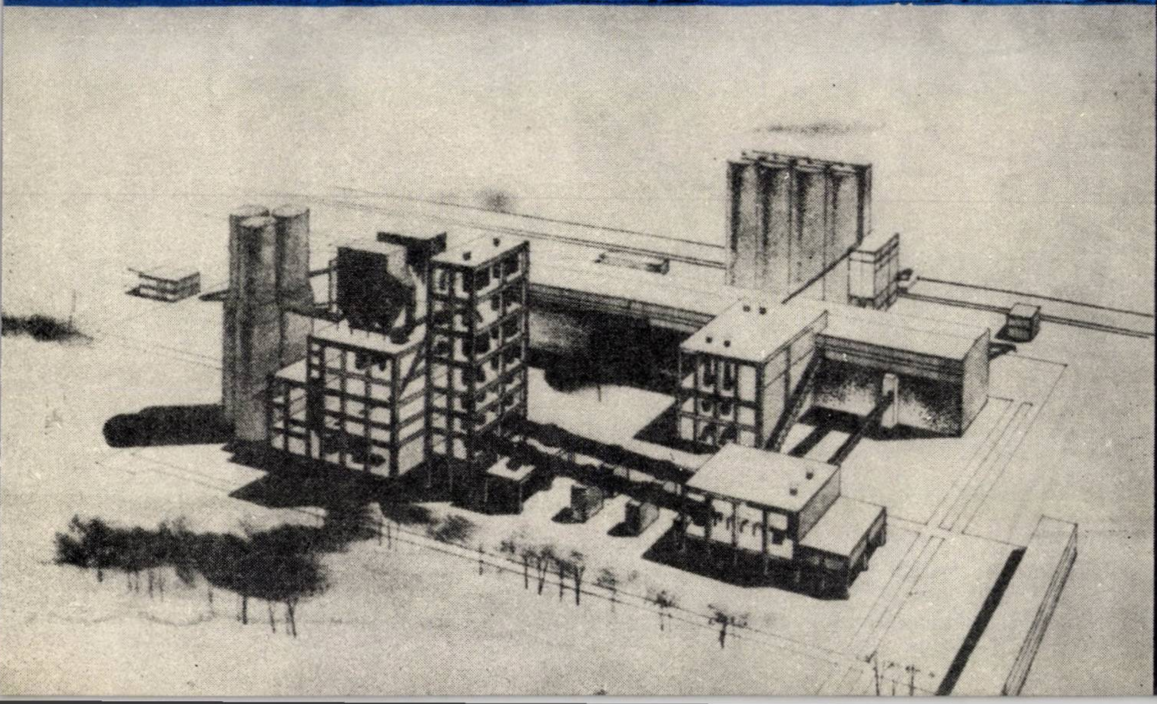
SOCIÉTÉ D'ÉTAT POUR LE COMMERCE EXTÉRIEUR

éxécute

- outillages, équipements, projets et assistance technique pour fabriques de ciment utilisant le procédé humide ou sec, fabriques de briques et de tuiles, fabriques de pièces préfabriquées en béton (grands panneaux pour immeubles d'habitations, éléments industriels, poteaux éléctriques, gouttières pour irrigations, tuyaux à pression, etc.), fabriques d'argile expandée.
- installations de coffrages glissants pour diverses constructions (fourneaux industriels à section variable, silos à cellules de formes et dimensions diverses, constructions d'habitations).



Pour informations et offres s'adresser à
I.S.C.E. INDUSTRIALEXPORT, 2, rue Gabriel Péri, Bucarest ROUMANIE
Téléphone: 116 ★ Telex: 214 ★ Télégrammes: INDEXPORT



1969 MAJ 14

proiecteaz
si elaboreaz
studii pentr

- CENTRALE TERMOELECTRICE SI DE TERMOFICARE
- REȚELE DE TERMOFICARE URBANĂ ŞI INDUSTRIALĂ
- LINII DE ÎNALTĂ ŞI FOARTE ÎNALTĂ TENSIUNE
- STAȚII ELECTRICE DE TRANSFORMARE
- SISTEME INTERCONECTATE
- ELECTRIFICĂRI URBANE ŞI RURALE
- ELECTRIFICĂRI DE PERSPECTIVĂ

acorda asistență
tehnică la
construcţii-montaj
punere in funcţiun

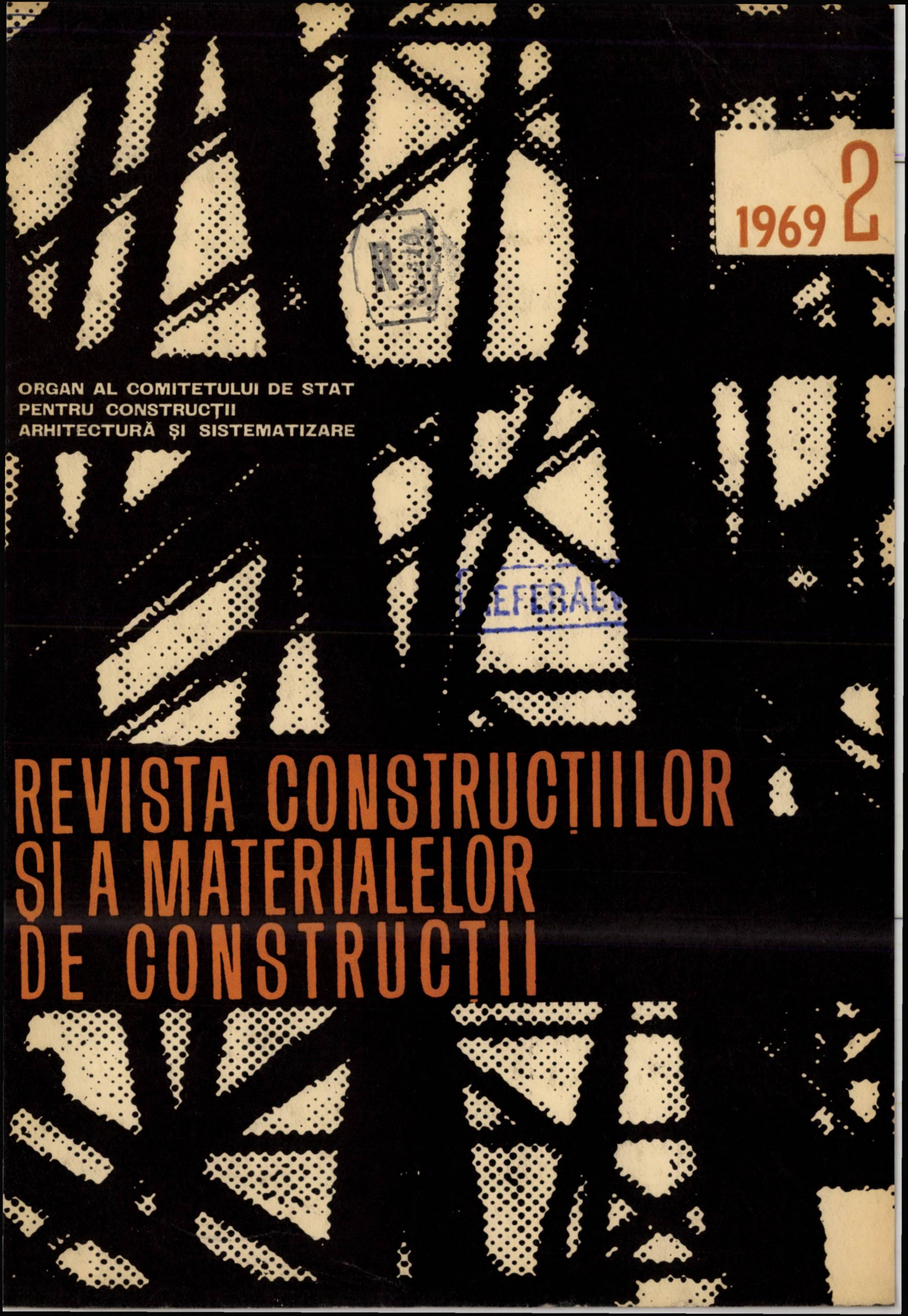
designing
and drawing
up studies for

- THERMAL-POWER PLANTS AND COMBINED HEAT-AND-POWER PLANTS
- DISTANCE HEATING-NETWORKS FOR CITIES AND INDUSTRIES
- HIGH AND EXTRA HIGH-VOLTAGE LINES
- TRANSFORMER SUBSTATIONS
- INTERCONNECTED NETWORKS
- URBAN AND RURAL ELECTRIFICATION
- POWER-SYSTEM PLANNING

engeneering for
construction erection
and commissioning

ISPE

INSTITUTUL DE STUDII SI
PROIECTARI ENERGETICE
BUL. REPUBLICII 29 - BUCURESTI



1969 2

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT
PENTRU CONSTRUCŢII
ARHITECTURĂ ŞI SISTEMATIZARE

REVISTA CONSTRUCŢIILOR ŞI A MATERIALELOR DE CONSTRUCŢII

E 1688

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1969

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT PENTRU
CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

2

1969

VOLUMUL 21, Nr. 2

FEBRUARIE 1969

S U M A R

A. POPĂESCU, L. LÖBEL, M. TANNENBAUM, A. ANISTOROAIE, A. PETRIŞOR

Suprastructuri prefabricate pentru podeţe de drumuri forestiere cu L = 6—8 m . . . 57

M. HALMAGIU

Consideraţii asupra posibilităţilor de îmbunătăţire a realizării unor elemente prefabricate de mare serie din beton precomprimat . . 65

I. C. POPESCU, J. RĂDULESCU

Soluţii tehnologice privind remedierea porţiunilor de rosturi neetanşe dintre panourile mari de faţadă 72

I. N. PETCULESCU

Realizări noi în domeniul fundaţiilor de maşini (maşini mici pe planşee de beton armat) 77

S. LAZĂR

Criterii şi procedee de nivelare a resurselor prin analiza drumului critic 81

N. ŢOPA, D. TEODORESCU

Unele probleme legate de determinarea formelor proprii de vibraţie cu ajutorul calculatoarelor electronice 90

GH. MUNTEANU, E. STOIAN

Studiul termotehnic comparativ al cuptoarelor tunel de ars cahle de teracotă la fabricile din Sibiu şi Bistriţa 95

O. VLAD

Repartizarea raţională la diferite obiecte a betonului preparat centralizat 97

DOCUMENTARE

CRONICĂ

RECENZII

43 305

Revista Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii, organ al Comitetului de Stat pentru Construcţii, Arhitectură şi Sistematizare — Redacţia, administraţia şi casieria : Bucureşti, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon : Redacţia şi Administraţia 16.49.14. Abanomentele se primesc numai la sediul redacţiei. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.39 Direcţia Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacţia publicaţiilor „Revista Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii“ şi „Arhitectura“

Preţul unui exemplar lei 8

Taxele poştale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informaţia“ — Bucureşti. c. 6171

Suprastructuri prefabricate pentru podeţe de drumuri forestiere cu $L = 6$-8 m

Ing. A. Popăescu, ing. L. Löbel, dr. ing. M. Tannenbaum, ing. A. Anistoroaie, ing. A. Petrişor
INCERC I.S.P.F.

I. INTRODUCERE

În cadrul programului de tipizare a podeţelor şi podurilor cu deschideri de 6—8 m pentru drumuri forestiere, Institutul de studii şi proiectări forestiere a întocmit, în 1966, proiectul de prototip în două variante constructive:

— chesoane prefabricate din beton armat;

— tablier mixt tip Mureş îmbunătăţit — grinzi ⊥ suprabetonate.

La baza alegerii acestor variante constructive a stat necesitatea introducerii prefabricatelor ca element de bază al suprastructurii acestor podeţe, cu reducerea consumului de material lemnos şi simplificarea şi uşurarea execuţiei suprastructurii, avînd în vedere condiţiile relativ grele de acces la astfel de podeţe.

În proiectare, calculul repartiţiei transversale, respectiv stabilirea solicitărilor maxime ce revin elementului cel mai solicitat din suprastructură, s-a efectuat cu metoda recomandată de B. E. Uliţki [1] în ipoteza asimilării elementelor chesonate cu elemente cu secţiune închisă (fîşii cu goluri), cu articulaţii în rosturi; dimensionarea elementelor s-a făcut prin metoda ,,rezistenţelor admisibile'', conform STAS 4212/1953.

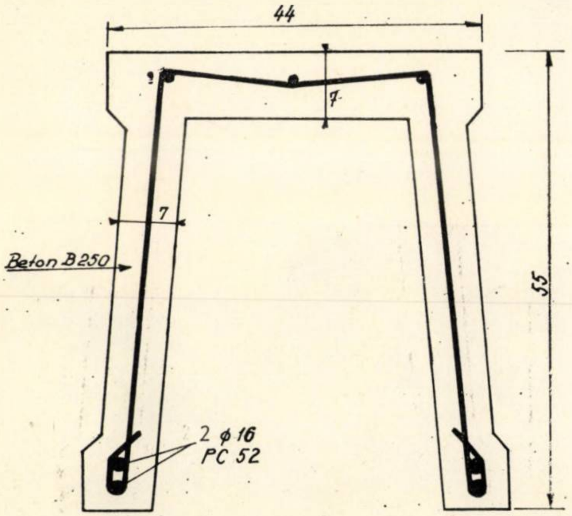
Aceste elemente au fost reproiectate în cadrul INCERC, calculul efectuîndu-se conform metodei de calcul la stări limită.

În conformitate cu avizul C.S.C.A.S., experimentarea s-a efectuat atît pe elemente izolate — urmărindu-se a se stabili concordanţa dintre modul real de lucru, pînă la rupere, al elementelor, şi rezultatele calculului — cît şi pe tabliere, în vederea stabilirii condiţiilor de repartiţie transversală a încărcărilor, adoptîndu-se o deschidere de 6 m.

Experimentarea a fost făcută de INCERC în colaborare cu I.S.P.F.

Experimentările pe elemente individuale şi suprastructuri realizate în cale s-au desfăşurat între începutul semestrului II/1966 şi sfîrşitul semestrului I/1967.

Fig. 1. Secţiune transversală prin cheson



II. EXPERIMENTAREA ELEMENTELOR INDIVIDUALE

Datele caracteristice ale elementelor

În figurile 1 şi 2 se prezintă secţiuni transversale prin elementele prefabricate de tip cheson şi ⊥, secţiunile fiind aceleaşi, atît în cazul dimensionării prin metoda ,,rezistenţelor admisibile'', cît şi în cazul dimensionării ,,la stări limită''. Armarea acestor secţiuni corespunde dimensionării cu metoda de calcul la stări limită.

În figurile 3, 4, 5 şi 6 se dau aspecte de la execuţia elementelor prefabricate la I.C.F. Deva — atelierul Vinţul de Jos.

La execuţia elementelor experimentale s-au păstrat, în general, caracteristicile din proiect, diferenţe mai importante constatîndu-se la rezistenţa betonului supraturnat la varianta de tablier mixt, care a fost diferită de marca indicată (B 170) şi anume:

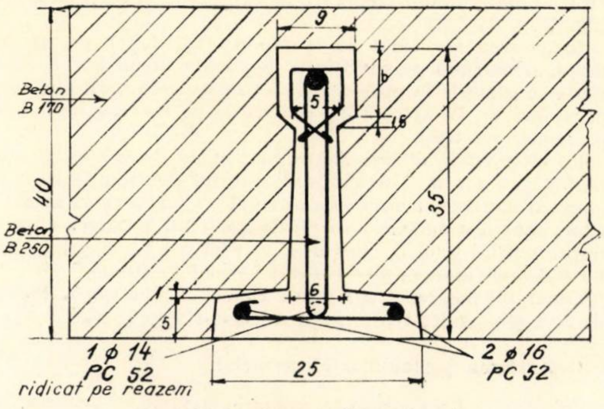


Fig. 2. Secţiune transversală prin element

— pentru seria de elemente ⊥ dimensionate cu metoda rezistenţelor admisibile : 387—414 kg/cm^2;

— pentru seria de elemente ⊥ dimensionate cu metoda de calcul la stări limită: 246—267 kg/cm^2.

Încercarea elementelor

Chesoanele au fost încercate separat, după turnarea antretoazelor de capăt. S-au încercat două serii de elemente notate I, II, III — rezistenţe admisibile şi 1, 2, 3 — stări limită.

Elementele ⊥ au fost încercate în grup de cîte două, turnarea suprabetonării şi a antretoazelor de capăt executîndu-se în condiţiile din lucrare (fără sprijiniri intermediare). S-au încercat două serii de astfel de ansambluri notate IV, V — rezistenţe admisibile şi 4, 5 — stări limită.

Elementele prefabricate au fost aşezate pe culee prin intermediul unor plăci metalice, astfel încît lumina a fost de 6,00 m.

După aşezarea pe reazeme, s-a trecut la betonarea antretoazelor la chesoane, respectiv la suprabetonarea elementelor ⊥. După suprabetonarea elementelor ⊥, s-au aşezat pe ele greutăţi de fontă —100 kg/m — echivalentul încărcării luate în considerare la proiectare pentru sarcina suplimentară în timpul suprabetonării (200 kg/m^2), încărcare care a fost menţinută timp de o oră.

S-a utilizat o singură schemă de încărcare, realizată cu două prese de cîte 20 t acţionînd simultan pe element în două puncte simetrice la distanţa de 1 m de mijlocul deschiderii. Această schemă de încărcare a fost aleasă cu acordul proiectantului, corespunzînd în bune condiţii cu soli-

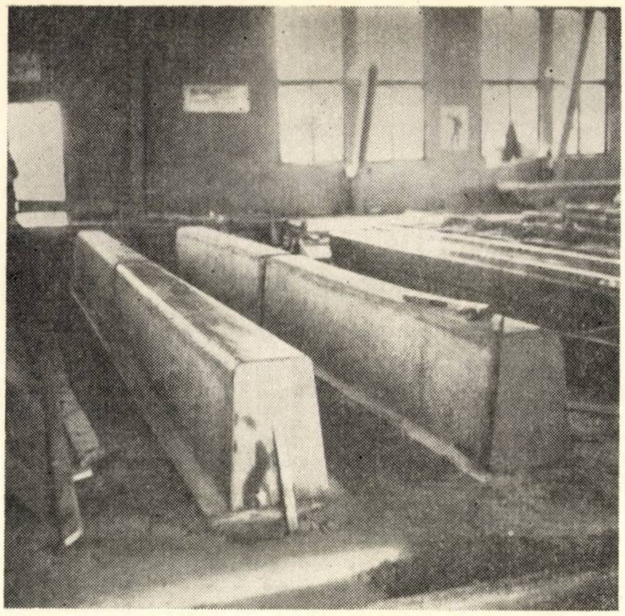


Fig. 3. Matriţă de beton pentru turnarea chesoanelor

citările maxime din momente încovoietoare şi forţe tăietoare (fig. 7).

Încărcarea s-a făcut în trepte de 0,4—1,0 t pe fiecare presă, urmărindu-se apariţia şi deschiderea fisurilor şi măsurîndu-se săgeţile la mijlocul şi sferturile deschiderii (cu comparatoare cu fir şi cu tijă) şi tasările pe reazeme (cu comparatoare cu tijă).

La elementele dimensionate cu metoda de calcul la stări limită s-au măsurat deschiderile tuturor fisurilor în zona de moment constant la nivelul centrului de greutate al armăturilor, pentru o valoare a forţei de 2 850 kg pe fiecare presă (reprezentînd 0,96 la chesoane, respectiv 1,17 la grinzi faţă de valoarea momentului maxim normat calculat).

Controlul încărcării aplicate s-a făcut cu două doze Philips de 20 t şi o punte tensiometrică Tepic-Huggenberger.

Capacitatea portantă a elementelor

În tabela 1 se prezintă valorile maxime, la rupere, ale momentului încovoietor (M) şi forţei tăietoare (Q), precum şi modul de rupere pentru fiecare element experimental.

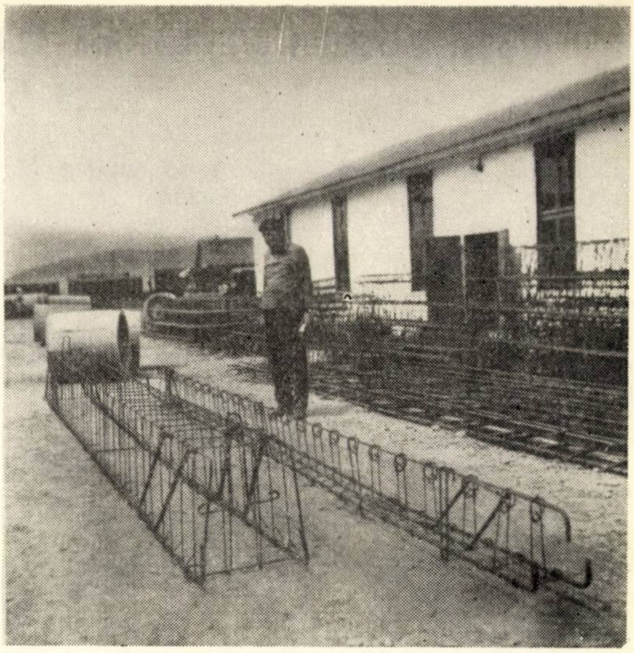


Fig. 4. Armături în carcase pentru chesoane şi elemente ⊥

După cum rezultă din această tabelă, toate elementele încercate au cedat sub acţiunea momentului încovoietor, fără a se observa smulgerea armăturilor pe reazeme.

Valorile momentelor de rupere depăşesc sensibil valorile corespunzătoare atingerii limitei de curgere a armăturii.

Într-adevăr, pornind de la valorile experimentale ale acestor momente, rezultă în armături următoarele eforturi unitare limită (σ_l) medii în momentul ruperii :

— chesoanele I, II, III $\sigma_l = 4\,200 - 4\,720$ kg/cm²

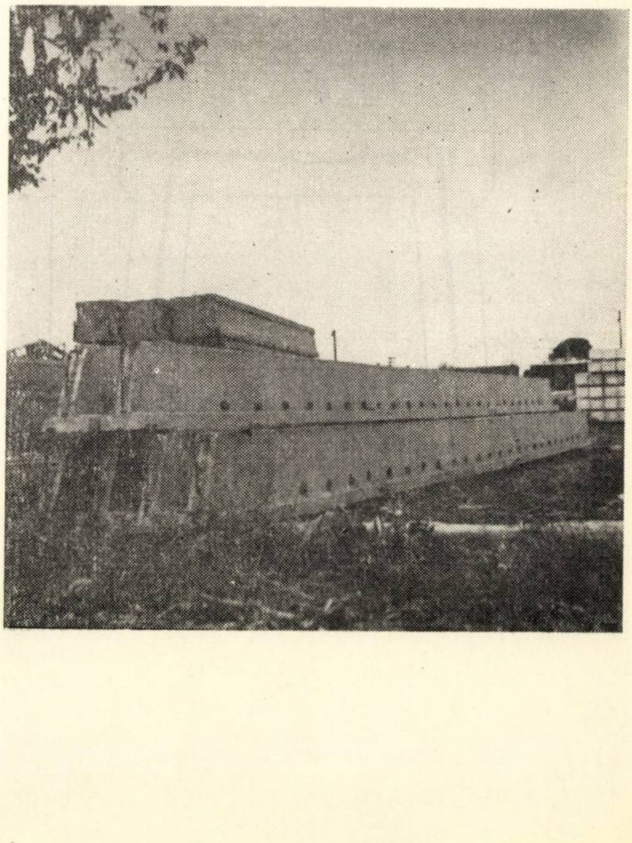
— elementele ⊥ IV, V $\sigma_l = 4\,200 - 4\,800$ kg/cm²

— chesoanele 1, 2, 3 $\sigma_l = 4\,500 - 4\,800$ kg/cm²

— elementele ⊥ 4, 5 $\sigma_l = 4\,400 - 4\,650$ kg/cm².

După cum era de aşteptat, aceste eforturi depăşesc cu 10—20 % valorile efective ale limitei de curgere convenţionale a oţelului PC 52 utilizat, ceea ce arată că în cazul analizat, ca de altfel în general în cazul procentelor de armare uzuale, metoda de calcul folosită păstrează încă importante rezerve în ceea ce priveşte capacitatea portantă.

Fig. 5 şi 6. Aspecte privind manipularea, depozitarea şi transportul elementelor prefabricate



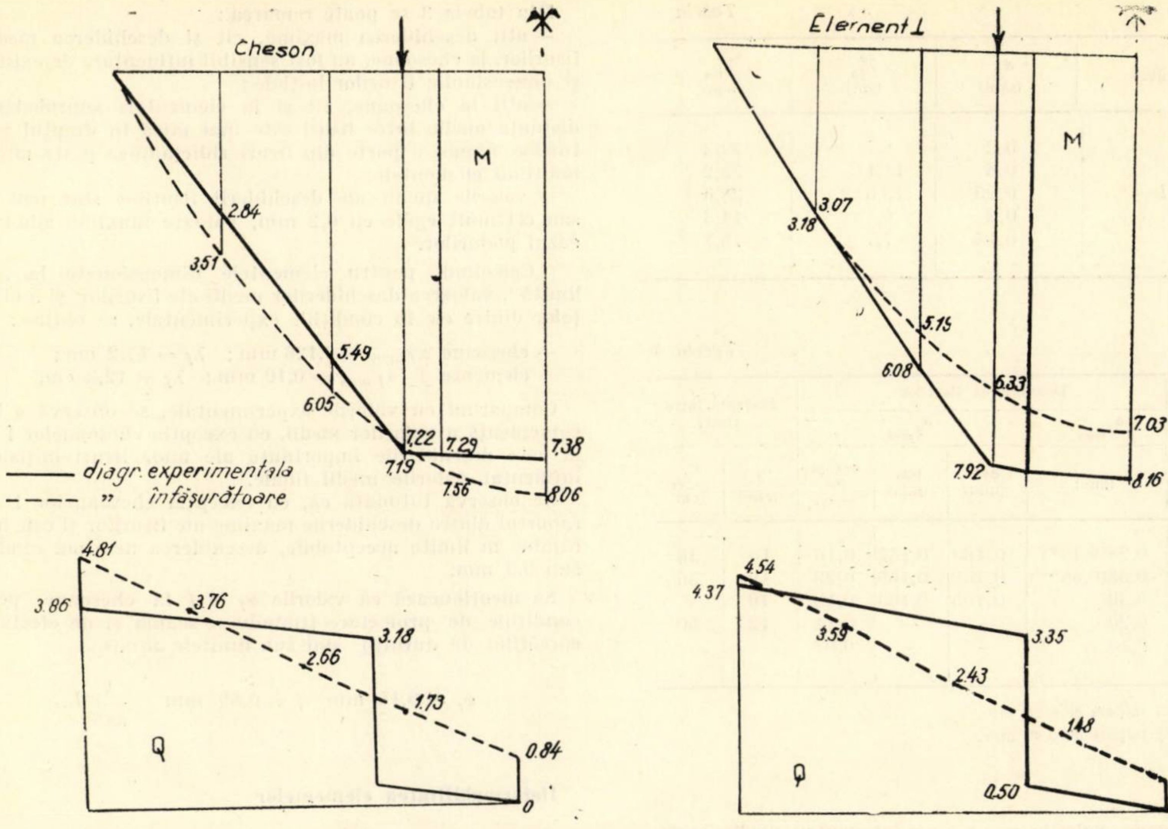


Fig. 7. Diagrame comparative: înfășurătoare de calcul și experimentale

Se menționează comportarea corespunzătoare la forțe tăietoare a elementelor care, calculate la „stări limită”, au avut o armare transversală sensibil mai redusă în comparație cu elementele calculate la „rezistențe admisibile”.

Comportarea la fisurare a elementelor

Pentru determinarea comportării la fisurare a elementelor s-au efectuat următoarele măsurători :

a) La elementele dimensionate la rezistențe admisibile s-au măsurat deschiderile α_f ale fisurilor (fisuri exterioare) pe fisura și în punctul unde ele aveau valorile maxime.

De asemenea, s-au determinat distanțele medii dintre fisuri, la rupere, în dreptul armăturii (λ^r_{fa}) și la mijlocul înălțimii elementului (λ^r_{fm}).

Valorile α_f, λ^r_{fa} și λ^r_{fm} sînt date în tabela 2.

b) La elementele dimensionate la stări limită s-au detеminat deschiderile tuturor fisurilor din zona de moment constant, în dreptul centrului de greutate al armăturilor, în vederea stabilirii valorii medii a acestor deschideri ($\alpha_{f\,med}$) și a valorii maxime ($\alpha_{f\,max}$).

Se menționează că la chesoane, dată fiind diferența dintre grosimile straturilor cu beton la interiorul și la exteriorul nervurilor și datorită unui oarecare efect de cadru în plan, s-au constatat diferențe între deschiderile fisurilor la fața interioară și cea exterioară a nervurilor. Este evident că acest ultim efect nu poate apărea în condițiile reale de exploatare, cînd deformarea în plan orizontal este împiedicată prin turnarea mortarului între chesoane.

Datele respective, precum și date privind distanțele medii dintre fisuri la același nivel (λ_{fa}) și la mijlocul înălțimii grinzii (λ_{fm}) la o încărcare de 2,85 t pe fiecare presă, sînt date în tabela 3.

Tabela 1

Indicativ	Elementul încercat	Solicitări la rupere *				$M_{r(n)}$	$\frac{M_{exp}}{M_{r(n)}}$	Mod de rupere
		M^{n**}	M_{exp}	Q_{exp}	M_{exp}/M^{n**}			
I	Cheson	7,44	22,03	11,00	2,96	17,0	1,30	Mom. în secț. norm.
II	Cheson	7,44	20,98	10,50	2,82	17,0	1,23	„ „ „ „
III	Cheson	7,44	23,43	11,70	3,14	17,0	1,38	Mom. în secț. oblică
IV	Ansamblu 2⊥	6,77	24,23	12,22	3,58	14,52	1,67	Mom. în secț. norm.
V	Ansamblu 2⊥	6,77	21,13	10,72	3,12	14,52	1,46	„ „ „ „
1	Cheson	7,44	18,53	9,30	2,49	13,55	1,37	Mom. în secț. norm.
2	Cheson	7,44	17,93	9,00	2,41	13,55	1,32	Mom. în secț. oblică
3	Cheson	7,44	19,05	9,55	2,56	13,55	1,41	Mom. în secț. norm.
4	Ansamblu 2⊥	6,77	17,80	9,02	2,63	11,25	1,58	„ „ „ „
5	Ansamblu 2⊥	6,77	16,78	8,57	2,48	11,25	1,49	„ „ „ „

* Inclusiv greutatea proprie.

** Valori reduse față de cele din proiect, ținîndu-se seamă de deschiderea reală de calcul $L = 6.10$ m – prin multiplicare cu raportul $\left(\frac{6.10}{6.30}\right)^2$

$M_{r(n)}$ este momentul de rupere calculat cu valorile normate ale rezistențelor betonului și armăturii.

Tabela 2

Elementul	α_f (mm)	λ^r_{fa} (cm)	λ^r_{fm} (cm)
Cheson I	0,2	8,7	22,2
Cheson II	0,3	11,1	22,2
Cheson III	0,25	13,3	28,6
⊥ IV	0,2	9,1	14,3
⊥ V	0,14	7,7	16,7

Tabela 3

Elementul	Deschiderea fisurilor				Distanța între fisuri	
	$\alpha_{f_{max}}$	$\alpha_{f_{med}}$				
	(mm)	ext. (mm)	int. (mm)	ext. și int. (mm)	λ_{f_a} (cm)	λ_{f_m} (cm)
Cheson 1	0,28(0,40*)	0,163	0,152	0,16	16	36
Cheson 2	0,38(0,65**)	0,230	0,166	0,20	19	36
Cheson 3	0,30	0,165	0,100	0,13	19	—
⊥ 4	0,20	—	—	0,11	12	50
⊥ 5	0,10	—	—	0,07	—	—

* La o fisură inițială de 0,24 mm.

** La o fisură inițială de 0,40 mm.

La chesoane, valorile $\alpha_{f\,med}$ s-au dat pentru media corespunzătoare fețelor exterioare, fețelor interioare, precum și pentru media deschiderilor tuturor fisurilor. Distanțele dintre fisuri s-au dat ca valori medii pe toate cele patru fețe (două interioare și două exterioare) ale nervurilor unui cheson.

Se menționează că distanța dintre fisuri, la mijlocul înălțimii elementului, ca și deschiderea acestor fisuri, au fost într-o oarecare măsură influențate de distanțele dintre etrieri.

Din tabela 3 se poate remarca :

— atît deschiderea maximă, cît și deschiderea medie a fisurilor, la chesoane, au fost sensibil influențate de existența și dimensiunile fisurilor inițiale ;

— atît la chesoane, cît și la elementele suprabetonate, distanța medie între fisuri este mai mică în dreptul armăturilor, numai o parte din fisuri ridicîndu-se peste mijlocul înălțimii elementelor ;

— valorile medii ale deschiderii fisurilor sînt mai mici sau cel mult egale cu 0,2 mm, valoare maximă admisă în cazul podurilor.

Calculînd, pentru elementele dimensionate la „stări limită", valoarea deschiderilor medii ale fisurilor și a distanțelor dintre ele în condițiile experimentale, se obține :

— chesoane $\alpha_{f\,med} = 0{,}126$ mm ; $\lambda_f = 17{,}2$ cm ;

— elemente ⊥ $\alpha_{f\,med} = 0{,}10$ mm ; $\lambda_f = 12{,}3$ cm.

Comparînd cu valorile experimentale, se observă o bună coincidență a valorilor medii, cu excepția chesoanelor 1 și 2, la care deschiderile importante ale unor fisuri inițiale au influențat valorile medii finale.

Se observă totodată că, cu excepția chesoanelor 1 și 2, raportul dintre deschiderile maxime ale fisurilor și cele medii rămîne în limite acceptabile, deschiderea maximă rămînînd sub 0,3 mm.

Se menționează că valorile α_f și f la chesoane, pentru condițiile de proiectare (ținîndu-se seama și de efectul încărcărilor de durată) sînt sub limitele admise :

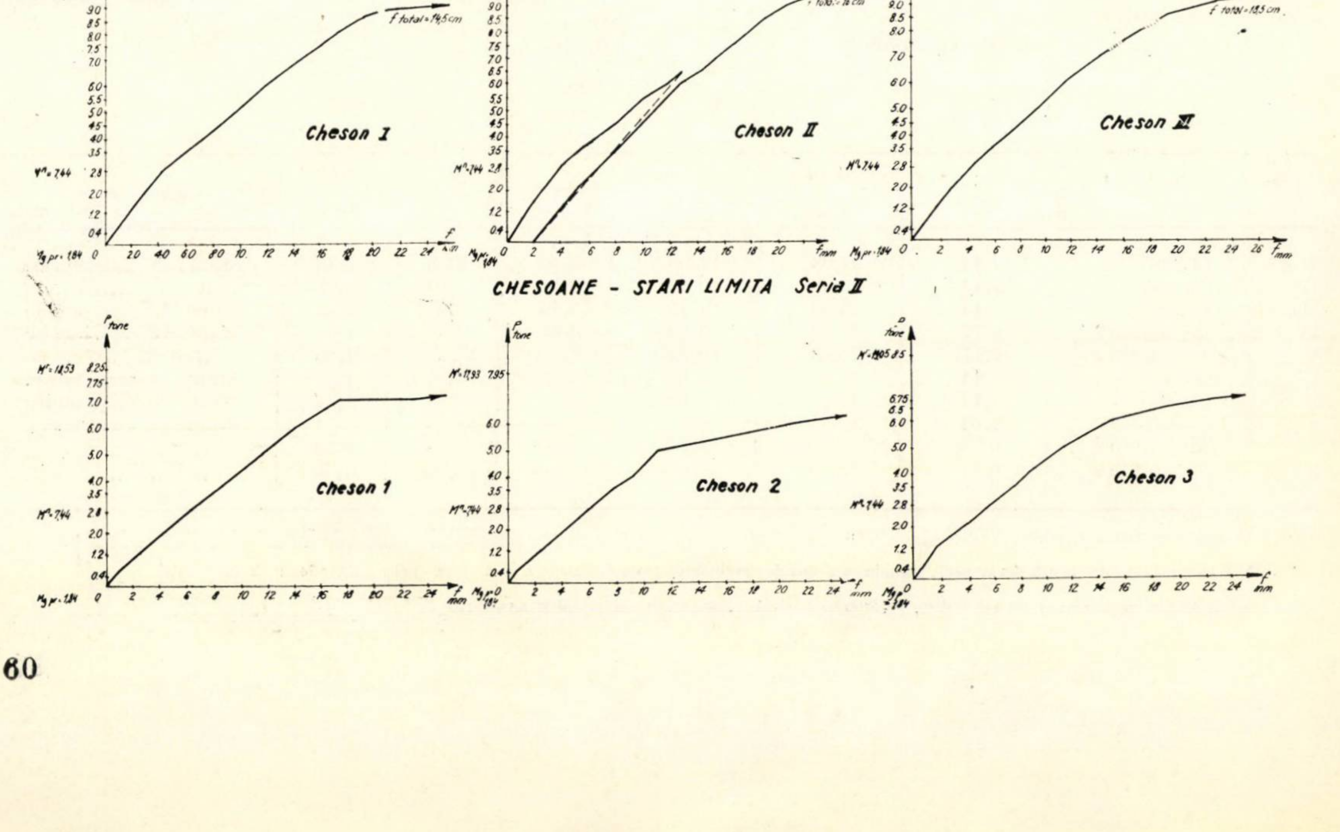
$$\alpha_f = 0{,}15 \text{ mm} ; \; f = 0{,}89 \text{ mm} = \frac{1}{685} L.$$

Deformabilitatea elementelor

În figurile 8 și 9 s-au trasat diagramele încărcare-săgeată pentru ultima etapă de încărcare, care a fost dusă pînă la rupere, după ce în prealabil s-a efectuat o încărcare pînă la o valoare de 2,85 t/presă.

În tabela 4 se prezintă valorile săgeților corespunzătoare încărcării de 2,85 t/presă (f_e), precum și valorile maxime ale săgeților la rupere (f_r), în valori absolute (mm, respectiv cm)

Fig. 8. Diagrame P/f la chesoane



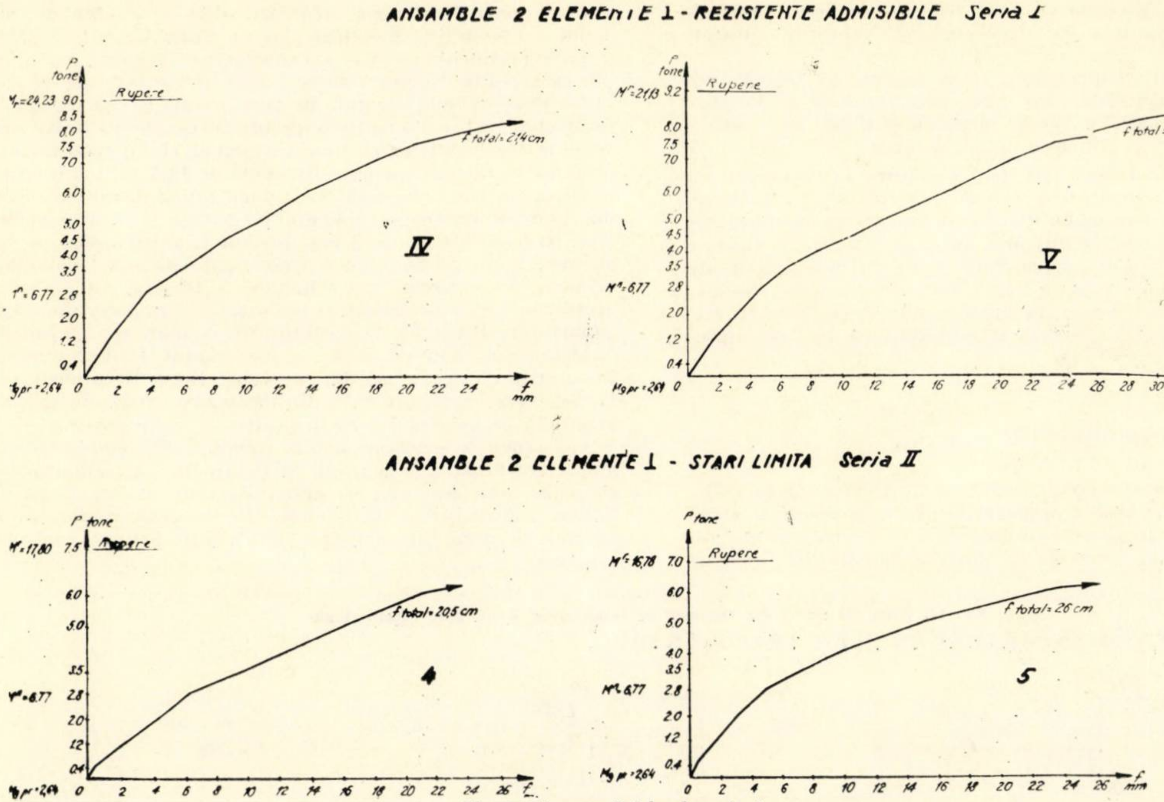


Fig. 9. Diagrame P/f la elemente ⊥

şi în valori relative (f/l). Aceste valori cuprind şi săgeţile remanente din prima încărcare.

Deformaţiile relative f_e/l, la valori ale solicitării apropiate (0,96, respectiv 1,17) de cele maxime normate, sînt sub valorile maxime admise la poduri (1/1 240 – 1/1620 pentru elementele I – V, respectiv 1/740 – 1/960 pentru elementele 1 – 5, faţă de 1/400 admisibil).

Valoarea calculată a săgeţii la chesoanele 1 – 3, pentru condiţiile de experimentare, admiţînd $\psi = 1$ (date fiind condiţiile mai proaste de aderenţă ale armăturilor dispuse adiacent), rezultă egală cu 7,40 mm, corespunzînd (în general acoperitor, în special pentru chesonul 3, care nu a avut iniţial fisuri prea deschise) cu rezultatele experimentale.

La elementele suprabetonate rezultă o valoare de calcul a săgeţii, în condiţiile experimentării, de 7,88 mm. Diferenţa faţă de valoarea experimentală este, probabil, justificată de modul special de alcătuire a secţiunii (mixte), care nu a fost luat în considerare la stabilirea metodei de calcul.

Valorile absolute şi relative ale săgeţilor maxime la rupere sînt mari, asigurînd un bun grad de avertizare a ruperii.

Toate elementele încercate au avut o comportare corespunzătoare pentru a fi utilizate la realizarea podeţelor.

Tabela 4

Elementul	f_e		f_r	
	mm	f/l	cm	f/l
I	4,30	1/1 420	16,0	1/38,0
II	4,93	1/1 240	14,3	1/42,0
III	4,56	1/1 335	18,5	1/33,0
IV	4,94	1/1 620	21,4	1/28,5
V	6,03	1/1 330	27,5	1/22,0
1	7,30	1/835	21,0	1/29,0
2	6,96	1/877	22,4	1/27,0
3	6,36	1/960	32,0	1/19,0
4	8,25	1/740	20,5	1/30,0
5	—	—	26,0	1/23,5

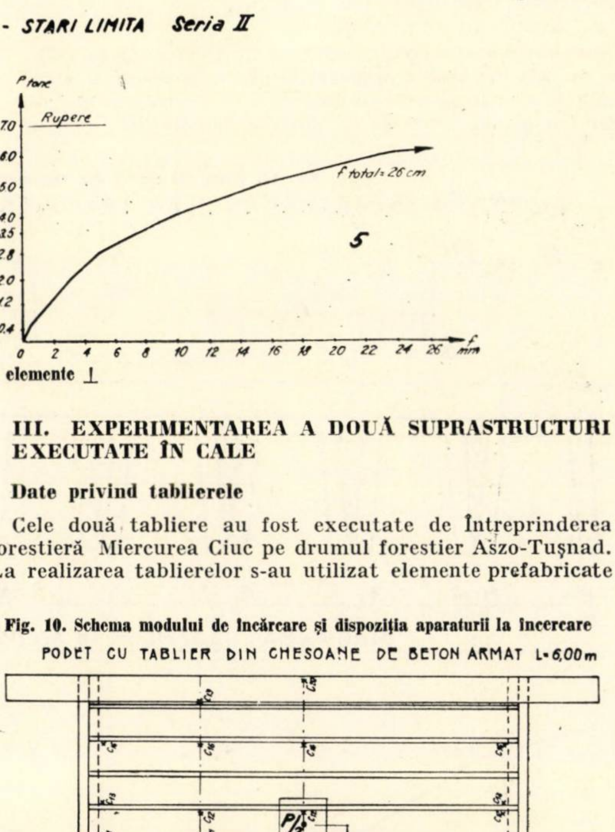
III. EXPERIMENTAREA A DOUĂ SUPRASTRUCTURI EXECUTATE ÎN CALE

Date privind tablierele

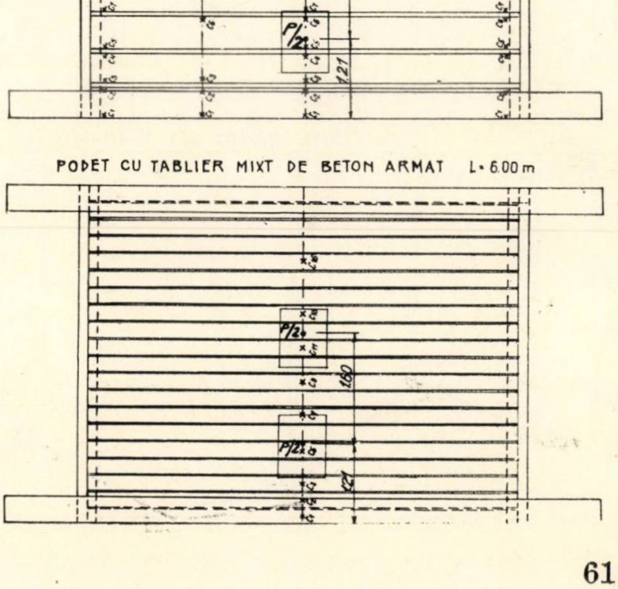
Cele două tabliere au fost executate de Întreprinderea forestieră Miercurea Ciuc pe drumul forestier Aszo-Tuşnad. La realizarea tablierelor s-au utilizat elemente prefabricate

Fig. 10. Schema modului de încărcare şi dispoziţia aparaturii la încercare

PODET CU TABLIER DIN CHESOANE DE BETON ARMAT L=6,00m



PODET CU TABLIER MIXT DE BETON ARMAT L=6.00 m



chesonate și ⊥ produse de I.C.F. Deva — atelierul Vințul de Jos, în conformitate cu proiectul de prototip întocmit de I.S.P.F.

S-a prevăzut ca încercarea să se execute pe tabliere din elemente monolitizate, dar fără cale, bordură și parapet. Totuși, executantul a turnat bordurile și chiar cu o lățime diferită de proiect (40 cm în loc de 25 cm).

Lățimea tablierelor a fost de 5 m, lățime pentru care s-au utilizat zece chesoane, respectiv 20 de elemente ⊥. Tablierul cu chesoane a fost monolitizat prin rosturi de beton matat longitudinal elementelor și prin antretoaze de beton turnate la capete, acestea din urmă fiind legate cu mustățile lăsate din culee ∅ 16/50 cm și cu barele ieșite din chesoane. Asemănător s-a făcut armarea la antretoazele tablierului cu elemente ⊥, turnarea acestora executîndu-se o dată cu suprabetonarea.

Încercarea suprastructurilor

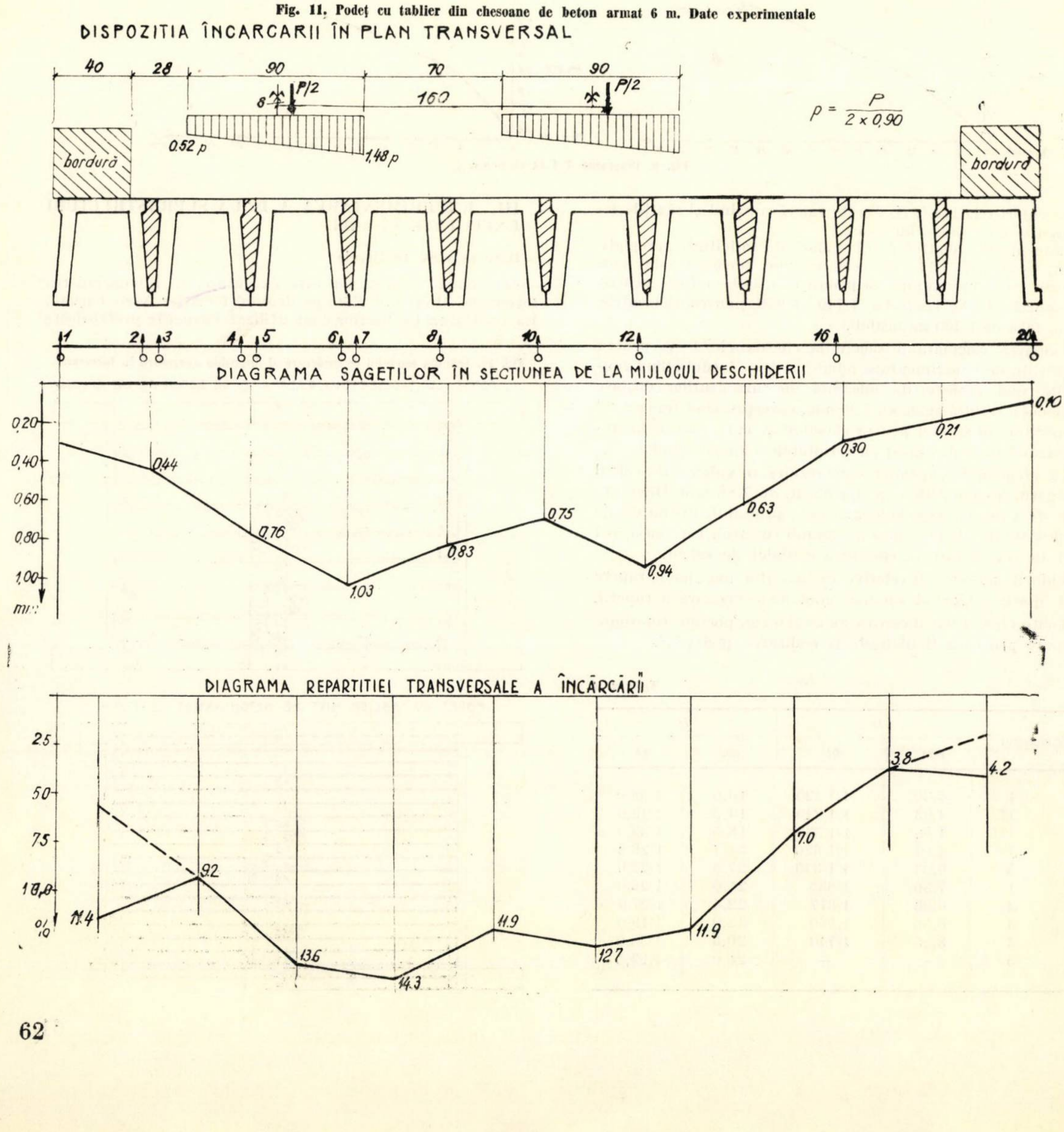
Pentru încercare s-a prevăzut ca încărcarea să se realizeze cu osia din spate a unui trailer (cu distanța între axele roților de 9 m și greutatea totală de 8 t) încărcat cu un buldozer (cu greutatea de 22 t), poziția acestuia din urmă pe trailer, pentru realizarea încărcării utile de exploatare, urmînd a se stabili prin cîntărire pe un cîntar basculă.

La experimentare, însă, s-a constatat că singurul pod peste Olt de acces la drumul forestier, aflat în Tușnad sat, nu permitea trecerea buldozerului. În aceste condiții s-a recurs la încărcarea trailerului cu toate greutățile tarate de 20 kg existente la IMTF-Miercurea Ciuc (însumînd 11 t), realizîndu-se o încărcare maximă pe osia din spate de 14,5 t, determinată exact pe un cîntar basculă. Cele două grupe de roți ale osiei din spate a trailerului, aplicate pe podețe prin intermediul unui strat de dulapi de 5 cm grosime și al unei plăci metalice de 2,5 cm grosime, au reprodus aproape exact condițiile normate de încărcare cu vehiculul A 10 (fig. 10); poziția acestei încărcări în secțiune transversală a fost determinată de gabaritul trailerului și de posibilitățile de manevră pe podețe.

Încărcarea realizată astfel a reprezentat 1,18 din încărcarea utilă de exploatare dată de vehiculul A 10 în poziția de la încercare, respectiv 0,78 din încărcarea utilă de exploatare dată de vehiculul S 30 în poziția de la încercare.

Aparatura de măsurare a fost compusă din comparatoare amplasate după cum se arată în figura 10. La tablierul din chesoane s-au măsurat, în afara săgeților în secțiunea de mijloc, tasările la reazeme pe culee. De asemenea, s-au montat aparate la unul din sferturile deschiderii pentru controlu săgeților.

Fig. 11. Podeț cu tablier din chesoane de beton armat 6 m. Date experimentale



DISPOZITIA ÎNCARCARII ÎN PLAN TRANSVERSAL
40
28
90
70
90
160
8
P/2
P/2
$p = \frac{P}{2 \times 0,90}$
0.52 p
1,48 p
bordură
bordură
1
2
3
4
5
6
7
8
10
12
16
20
DIAGRAMA SAGETILOR ÎN SECTIUNEA DE LA MIJLOCUL DESCHIDERII
0,20
0,40
0,60
0,80
1,00
mm
0,44
0,76
1,03
0,83
0,75
0,94
0,63
0,30
0,21
0,10
DIAGRAMA REPARTITIEI TRANSVERSALE A ÎNCĂRCĂRII
25
50
75
10,0
%
11,4
9,2
13,6
14,3
11,9
12,7
11,9
7,0
3,8
4,2

IV. REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR. COMPARAȚIE CU CALCULUL

a) *Tablier din chesoane*

În figura 11 se prezintă diagrama săgeților în valori absolute în secțiunea de la mijlocul deschiderii, sub încărcarea de încercare și diagrama repartiției transversale a încărcării. Se menționează că tasările pe reazeme au fost mici, prezentînd valori maxime (media pentru ambele reazeme) de 0,06 mm în dreptul încărcării, micșorîndu-se treptat spre margini, unde s-a ajuns chiar la ridicări ale elementelor de 0,04 mm.

La trasarea diagramei repartiției transversale a încărcării s-a considerat că :

— momentul încovoietor din fiecare element este proporțional cu săgeata sa maximă în ax și cu rigiditatea elementului ;

— rigiditățile tuturor elementelor centrale sînt egale între ele, în timp ce la calculul rigidității elementelor marginale s-a ținut seamă de conlucrarea acestora cu bordurile de beton, date fiind atît rugozitatea feței superioare (față de turnare) a elementelor prefabricate, cît și mustățile Ø 6 mm la 15 cm prevăzute în aceste elemente pentru asigurarea conlucrării cu betonul din borduri.

Ca urmare a experimentării, s-a constatat că modul de calcul adoptat de I.S.P.F. pentru determinarea repartiției transversale a încărcării după B. E. Ulițki, în ipoteza asimilării elementelor chesonate cu elemente cu secțiunea închisă (fîșii cu goluri), cu articulație în rosturi, duce la diferențe sensibile față de diagrama rezultată din experimentare. Analizînd cauza acestei situații s-a ajuns la concluzia că factorul esențial este rigiditatea la torsiune a elementelor.

În aceste condiții s-a refăcut calculul suprastructurii tot după metoda prevăzută de B. E. Ulițki, dar considerînd elementele prefabricate ca grinzi cu inima formată din cele două inimi ale chesoanelor adiacente și cu mortarul turnat între ele pentru monolitizare și ținînd seamă de continuitatea plăcii între elemente. Pentru rezolvarea celor cinci sisteme de cîte 36 de ecuații cu 36 de necunoscute, rezultate din această ipoteză, s-a recurs la calculatorul electronic de la institutul „Proiect-București", rezultatele obținîndu-se într-un interval de timp foarte scurt.

În figura 12 se prezintă pentru comparație linia de influență pentru un element (elementul III) calculată în ipotezele :

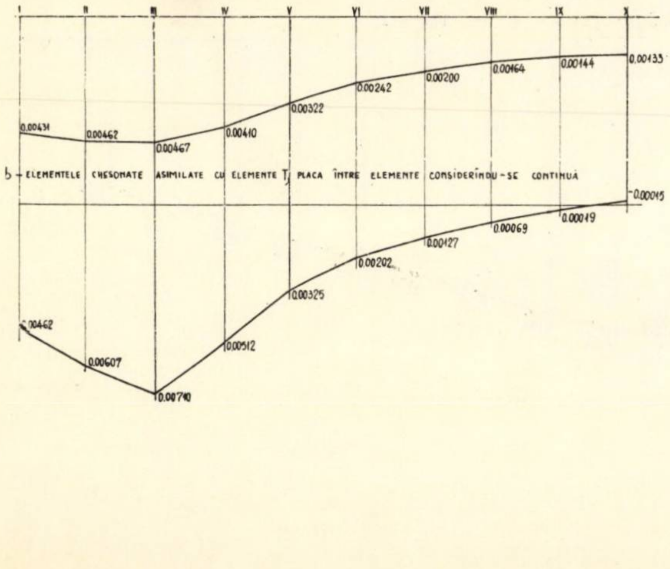
a) elemente chesonate asimilate cu elementele cu secțiune închisă (fîșii cu goluri), cu articulație în rosturi (fig. 13 *a*) ;

b) elemente chesonate asimilate cu elemente T, placa între elemente considerîndu-se continuă (fig. 13 *b*).

Ipoteza *b* arată o amortizare mai rapidă a influenței încărcării, concomitent cu un spor al valorii maxime de 50 % în comparație cu ipoteza *a*.

În figura 14 se prezintă diagramele repartiției transversale a încărcării efective la încercare, calculate în aceleași ipoteze *a* și *b*. Se constată că diferențele nu mai sînt așa de importante ca la liniile de influență, datorită încărcării tablierului cu două forțe.

Fig. 12. Linia de influență a săgeților elementului III



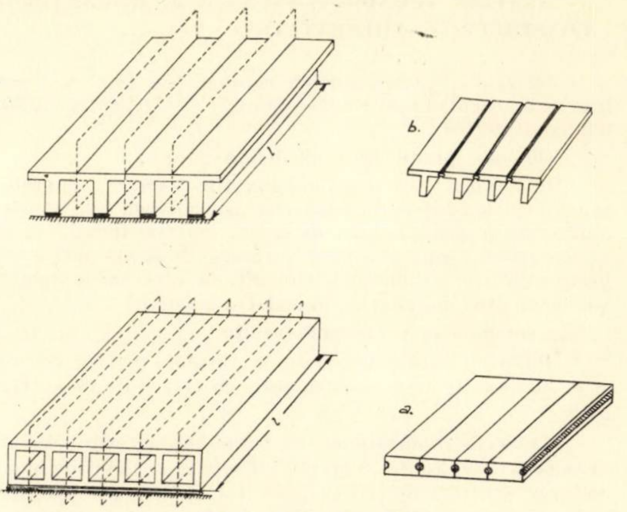


Fig. 13. Ipoteze de calcul

Comparîndu-se procentele maxime ale repartiției transversale a încărcării pe elemente rezultate din calcul (fig. 14) cu cele rezultate din experimentale (fig. 11), se constată : ipoteza *a* duce la o diferență importantă față de experimentare (—22 %), în timp ce ipoteza *b* prezintă o bună concordanță cu rezultatele experimentării (—2 %).

În ceea ce privește valorile absolute ale săgeților, la experimentare, valoarea totală (comparația s-a făcut cu suma săgeților la mijlocul elementelor) a reprezentat numai 56,5 % din valoarea totală de calcul, fapt care se datorește în cea mai mare măsură încastrării parțiale a elementelor pe culee, ca urmare a aderenței antretoazelor cu culeele și a mustăților lăsate din culee pentru prinderea în betonul antretoazelor.

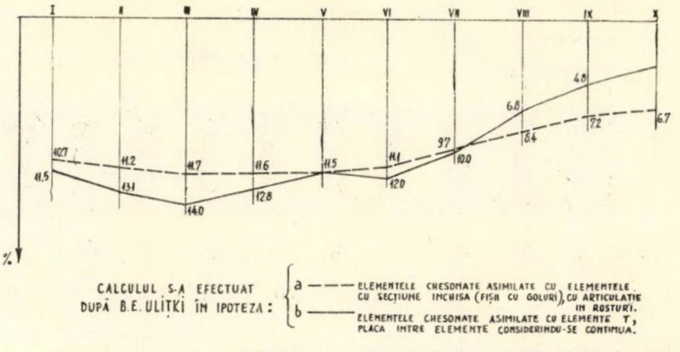


Fig. 14. Diagramele repartiției transversale a încărcării la tablierul din chesoane

b) *Tablier din elemente* ⊥

În figura 15 se prezintă diagrama săgeților în valori absolute în secțiunea de la mijlocul deschiderii, sub încărcarea de încercare și diagrama repartiției transversale a încărcării.

Pentru proiectul de prototip, I.S.P.F. a calculat repartiția transversală a încărcării cu metoda recomandată de Olsen în ipoteza asimilării tablierului din elemente ⊥ suprabetonate cu o dală monolită, rezultînd, pentru un element, un procent maxim de 5,4 % din încărcarea totală. Comparînd această valoare cu procentul maxim al repartiției transversale dat de experimentări (fig. 15), se constată o diferență în minus de 15 %. Această diferență se poate explica prin faptul că tablierul mixt se comportă mai slab decît o dală monolită din punctul de vedere al repartiției transversale a încărcării.

Și la acest tablier, la fel ca și la cel din chesoane, încastrarea parțială a elementelor pe reazem a contribuit la micșorarea valorii maxime a săgeții, la experimentare măsurîndu-se numai 35 % din valoarea maximă a săgeții totale calculate. Reducerea mai importantă a săgeții se poate datora faptului că antretoazele au fost turnate concomitent cu suprabetonarea.

V. ANALIZA TEHNICO-ECONOMICĂ A VARIANTELOR CONSTRUCTIVE PREZENTATE

În tabela 5 se prezintă datele comparative de cost și consum de oțel pentru tabliere $L = 6$ m și $L = 8$ m pentru variantele constructive:

— chesoane prefabricate din beton armat;

— tablier mixt tip Mureș îmbunătățit — grinzi ⊥ suprabetonate, cu elementele dimensionate prin metoda rezistențelor admisibile și prin metoda de calcul la stări limită, drept etalon (100 %) considerîndu-se varianta — utilizată pînă la experimentări — beton armat monolit, la care dimensionarea s-a făcut prin metoda rezistențelor admisibile.

Din comparația prezentată rezultă:

— tablierele mixte prezintă un surplus sensibil de cost și de consum de oțel, în comparație cu cele realizate cu chesoane;

— tablierele realizate cu chesoane prefabricate dimensionate la stări limită reprezintă o soluție deosebit de avantajoasă, atît față de cele realizate tot cu chesoane prefabricate, dar calculate la „rezistențe admisibile" (reducere cu circa 19 % la consumul de oțel și de 7—12 % la cost), cît și față de tablierele monolit (reducere de 19—23,5 % la consumul de oțel în schimbul unui surplus de cost — conform devizului — de numai 4—5 %, în condițiile eliminării complete a consumului de lemn pentru eșafodaje și cofraje).

Din punctul de vedere al tehnologiei de execuție, cele două variante constructive experimentate au fost urmărite în toate fazele execuției, putîndu-se stabili următoarele:

Chesoanele se execută relativ ușor și sînt robuste la manipulare și transport, în timp ce elementele ⊥ sînt mai sensibile la decofrare, manipulare și transport, ca urmare a grosimii mici a tălpii lor, care se poate degrada prin lovituri ușoare.

Pentru ușurarea decofrării și limitarea fisurilor inițiale la chesoane a fost necesar să se mărească înclinarea forțelor diafragmelor transversale.

Realizarea suprastructurii din chesoane se face relativ simplu. Comparativ cu această suprastructură, suprastructura mixtă tip Mureș prezintă un consum suplimentar important de beton și manoperă pe șantier.

VI. CONCLUZII

Experimentările efectuate pe elementele individuale au arătat o bună comportare a acestora în ceea ce privește capacitatea portantă, fisurarea și deformabilitatea.

Prin utilizarea calculului la stări limită se obțin reduceri deosebit de importante la consumul de armătură (17,7—19,0 % la chesoane, respectiv 19,2—23,0 % la elemente ⊥) după cum rezultă din tabela 5.

Date fiind aceste reduceri ale consumului de oțel, precum și buna comportare a elementelor calculate la stări limită, se impune adoptarea acestei metode de calcul la proiectare.

Fig. 15. Podeț cu tablier mixt de beton armat $L = 6$ m. Date experimentale

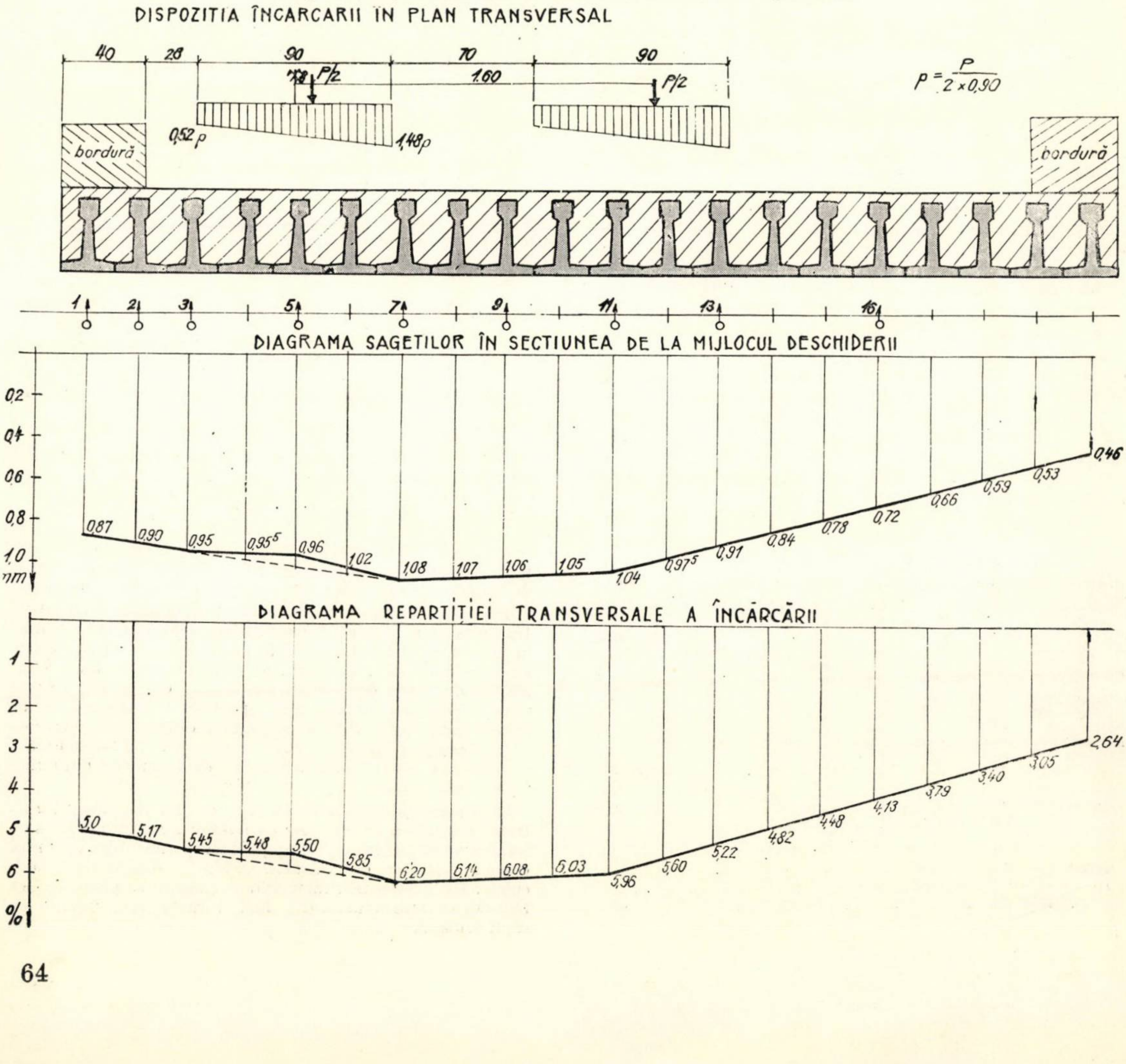


Tabela 5

Lumina podețului	Specificul tablierului	Metoda de dimensionare	Cost total (lei)	Cost total (%)	Consum oțel (kg)	Consum oțel (%)	Greutatea maximă a piesei prefabricate	OBS
6,00	Tabliere monolite armate cu PC 52	Rezistențe admisibile	9 100	100	1 067	100	—	S-a inclus în valoare și eșafodajul
	Tabliere cu elemente chesonate (ISPF)	Rezistențe admisibile	10 331	113	1 013	93	1 795	Conform proiect tip
		Stări limită	9 576	105	821	76,5	1 795	
	Tabliere mixte elemente prefabricate tip Mureș	Rezistențe admisibile	11 318	125	1 433	133	740	
		Stări limită	10 028	110	1 095	102	740	
8,00	Tabliere monolite armate cu PC 52	Rezistențe admisibile	13 800	100	1 731	100	—	În cost s-a inclus și eșafodajul
	Tabliere cu elemente chesonate (ISPF)	Rezistențe admisibile	15 697	114	1 734	100	2 314	Conform proiect tip
		Stări limită	14 361	104	1 400	81	2 314	
	Tabliere mixte cu elemente prefabricate tip Mureș	Rezistențe admisibile	16 690	121	2 055	118	1 040	
		Stări limită	14 770	107	1 650	95	1 040	

Dintre cele două variante constructive de suprastructuri prezentate s-a impus adoptarea suprastructurii realizate din elemente chesonate, întrucît suprastructura mixtă din elemente ⊥ suprabetonate prezintă, în afară de un consum suplimentar de beton și manoperă pe șantier, și un consum important suplimentar de oțel (de 25 % pentru deschiderea de 6 m, respectiv de 14,5 % pentru deschiderea de 8 m).

Calculul repartiției transversale la chesoane în ipoteza în care elementele chesonate sînt asimilate cu elemente T, formate din perechile de inimi alăturate și mortarul de monolitizare din rostul longitudinal, placa dintre elemente considerîndu-se continuă, corespunde în bună măsură rezultatelor experimentării.

La dimensionarea elementelor marginale este necesar să se țină seamă de efectul pozitiv al conlucrării acestor elemente cu betonul din borduri.

Calculul repartiției transversale la elementele ⊥ cu suprabetonare cu metoda recomandată de Olsen, în ipoteza asimilării tablierului cu dală monolită, duce, în cazul analizei și în conformitate cu calculele efectuate de I.S.P.F., la necesitatea multiplicării rezultatelor teoretice cu un coeficient supraunitar al condițiilor de lucru egal cu 1,15.

În ambele cazuri s-a constatat o rigiditate mai mare de ansamblu a tablierelor decît rezultă din calcul, ca urmare a încastrării parțiale pe reazeme, datorită aderenței antretoazei monolite de la capete pe culee și a legăturilor cu mustățile lăsate din culee. Deoarece acest efect este în funcție de mulți factori întîmplători și se epuizează cu mult înainte de atingerea capacității portante a tablierului, se recomandă să nu se ia în considerație în calcul.

Bibliografie

[1] Ulițki B. E : *Calculul spațial al podurilor pe grinzi fără diafragme.* Moscova, Ed. Avtotransizdat, 1963.

[2] Olsen-Reinitzhuber : *Die Zweiseitige gelagerte Platte*, vol 2. Berlin, 1962.

Considerații asupra posibilităților de îmbunătățire a realizării unor elemente prefabricate de mare serie din beton precomprimat

Ing. M. Halmagiu

Industria de prefabricate din țara noastră a cunoscut un ritm rapid de dezvoltare în decursul celor 20 de ani de activitate. De la începuturile modeste din 1949 — cînd în cadrul Trustului 5 de construcții din Brașov a luat ființă primul atelier de prefabricate care producea elemente din beton armat și precomprimat pentru șantierele proprii — și pînă astăzi, cînd producția în uzine moderne de prefabricate a atins volumul de circa 1 400 000 m^3 anual, s-au înregistrat succese remarcabile în această nouă ramură industrială, sector care a contribuit substanțial la realizarea planului de investiții al țării noastre.

Producția de prefabricate este în continuă creștere. În anii următori se vor construi noi uzine pentru a satisface cu elemente prefabricate prevederile planului de dezvoltare. Această mărire a capacităților de producție impune, în primul rînd, să se reanalizeze nivelul calitativ al elementelor prefabricate ce urmează să se producă în noile fabrici. De asemenea, este necesar să se restudieze procedeele tehnologice existente, pentru a le perfecționa în vederea obținerii unor performanțe tehnico-economice superioare celor actuale.

Majoritatea elementelor prefabricate de mare serie ce se produc astăzi în industria de prefabricate sînt tipizate de

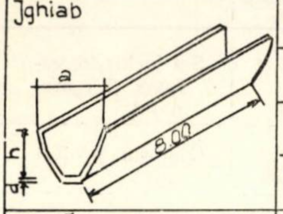
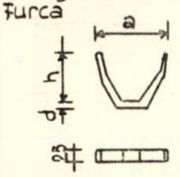
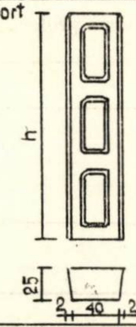
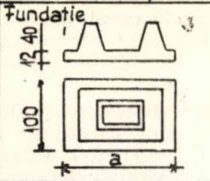
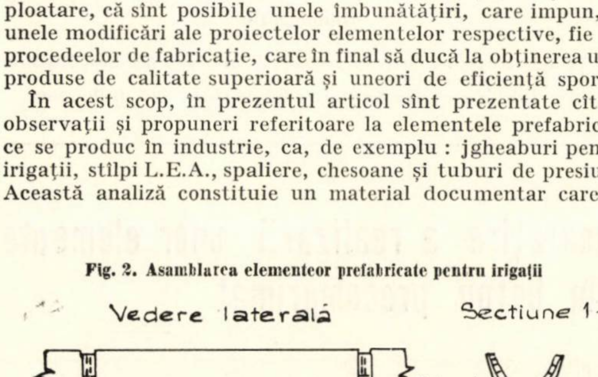
Element	Tip	Simb.	Greutate / Volum (kg/m³)	Dimensiuni (cm) h	d	a
Jghiab 	40	JH_{40}	1.400 / 0,540	40	6	91·
	60	JH_{60}	1.850 / 0,712	60	6	109
	80	JH_{80}	2.500 / 0,975	80	6^5	124^8
	100	JH_{100}	3.500 / 1.360	100	7	139^6
Furcă 	40	F_{40}	91 / 0,035	45	8	105^4
	60	F_{60}	125 / 0,048	66	10	125
	80	F_{80}	141 / 0,054	85	10	138^2
	100	F_{100}	165 / 0,065	107	10	155^2
Suport 	S_2 40-60-80-	$S_{2}J$	313 / 0,125	200	–	–
	S_3 40-60	$S_{3}J$	468 / 0,187	305	–	–
	S_3 80-100	$S_{3}JM$	468 / 0,187	305	–	–
	S_4 40-60	$S_{4}J$	615 / 0,245	401	–	–
	S_4 80-100	$S_{4}JM$	615 / 0,245	401	–	–
Fundație 	125/100	FJ 125×100	970 / 0,397	125	–	–
	150/100	FJ 150×100	1050 / 0,430	150	–	–

Fig. 1. Caracteristicile prefabricatelor la irigații cu jgheaburi parabolice

institutele de proiectări. Folosirea în decursul timpului a produselor respective a arătat, atît în fabricație, cît și în exploatare, că sînt posibile unele îmbunătățiri, care impun, fie unele modificări ale proiectelor elementelor respective, fie ale procedeelor de fabricație, care în final să ducă la obținerea unor produse de calitate superioară și uneori de eficiență sporită.

În acest scop, în prezentul articol sînt prezentate cîteva observații și propuneri referitoare la elementele prefabricate ce se produc în industrie, ca, de exemplu : jgheaburi pentru irigații, stîlpi L.E.A., spaliere, chesoane și tuburi de presiune. Această analiză constituie un material documentar care să poată fi folosit în activitatea de cercetare, proiectare și execuție în cazul reconsiderării actualelor proiecte de elemente și procedee de execuție.

Fig. 2. Asamblarea elementelor prefabricate pentru irigații



I. JGHEABURI DE BETON PRECOMPRIMAT PENTRU IRIGAȚII

Descrierea proiectului, tehnologiei și observațiile constatate la execuție, montaj și în exploatare

Unitățile agricole folosesc din anul 1965 — pentru irigarea terenurilor — canale executate din elemente prefabricate din beton precomprimat de 8,0 m lungime, cu secțiune parabolică. Conform proiectului I.P.A.C.H. nr. 2506/2713 se execută în industria de prefabricate patru tipuri de jgheaburi cu secțiunea parabolică, în funcție de înălțimea elementului : $H=400$, $H = 600$, $H = 800$ și $H = 1\,000$ mm (fig. 1).

Jgheaburile de beton precomprimat se reazemă pe stîlpii încastrați în fundațiile prefabricate prin intermediul furcilor de beton armat (fig. 2). Celelalte elemente geometrice sînt arătate în figura 1. Etanșarea între furcă și jgheab se realizează cu ajutorul frînghiilor bituminizate sau al cordoanelor de material plastic spongios (fig. 3).

Elementele de jgheab fiind de formă liniară, s-a prevăzut că executarea lor să se facă pe piste de precomprimare, în tipare metalice fixe (fig. 4). Precomprimarea longitudinală a elementului de jgheab se realizează cu sîrmă S.B.P. împletită 2 Ø 3 mm, cu $\sigma_r = 16\,000$ kg/cm². Marca betonului este B 400.

Tiparul metalic pentru realizarea elementelor de jgheab este format din două ansambluri mari : tiparul interior și cel exterior. Tiparul interior, care formează intradosul jgheabului, este realizat dintr-o boltă de tablă de 4 mm grosime fixată de un șasiu de profile metalice format din lonjeroane, coaste și tiranți. Acest șasiu este legat rigid de antretoaze formate din profile metalice (fig. 5). Ansamblul se reazemă, prin intermediul reazemelor elastice, de pardoseala pistei de turnare.

Tiparul exterior este format din două elemente laterale, care se pot roti în jurul unor balamale fixate de lonjeroanele tiparului interior. La partea superioară, elementele laterale ale tiparului se evazează sub forma unei pîlnii, în vederea asigurării unei umpleri mai ușoare a tiparului cu beton.

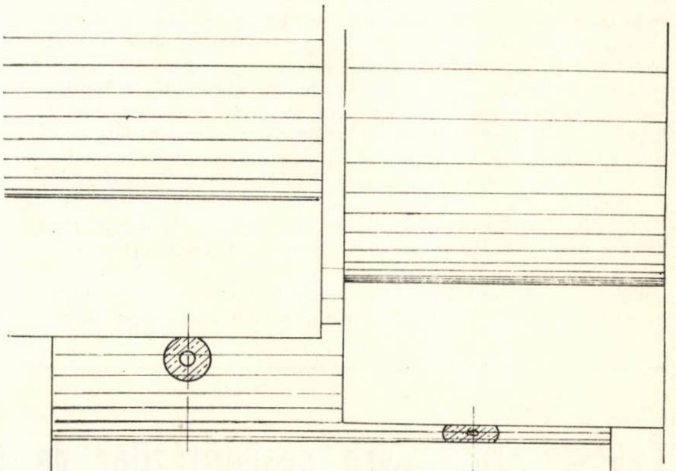


Fig. 3. Detaliu de îmbinare

Tratarea termică a betonului se asigură prin încălzirea cu abur viu a tiparului interior. Vibrarea se realizează cu vibratoare electrice sau pneumatice fixate de tipar.

Tehnologia de execuție a jgheaburilor se desfășoară după procesul de fabricație cunoscut pistelor de precomprimare pentru elemente liniare.

După acest pocedeu, în decurs de trei ani s-au executat circa 200 km jgheaburi de beton precomprimat cu secțiune parabolică.

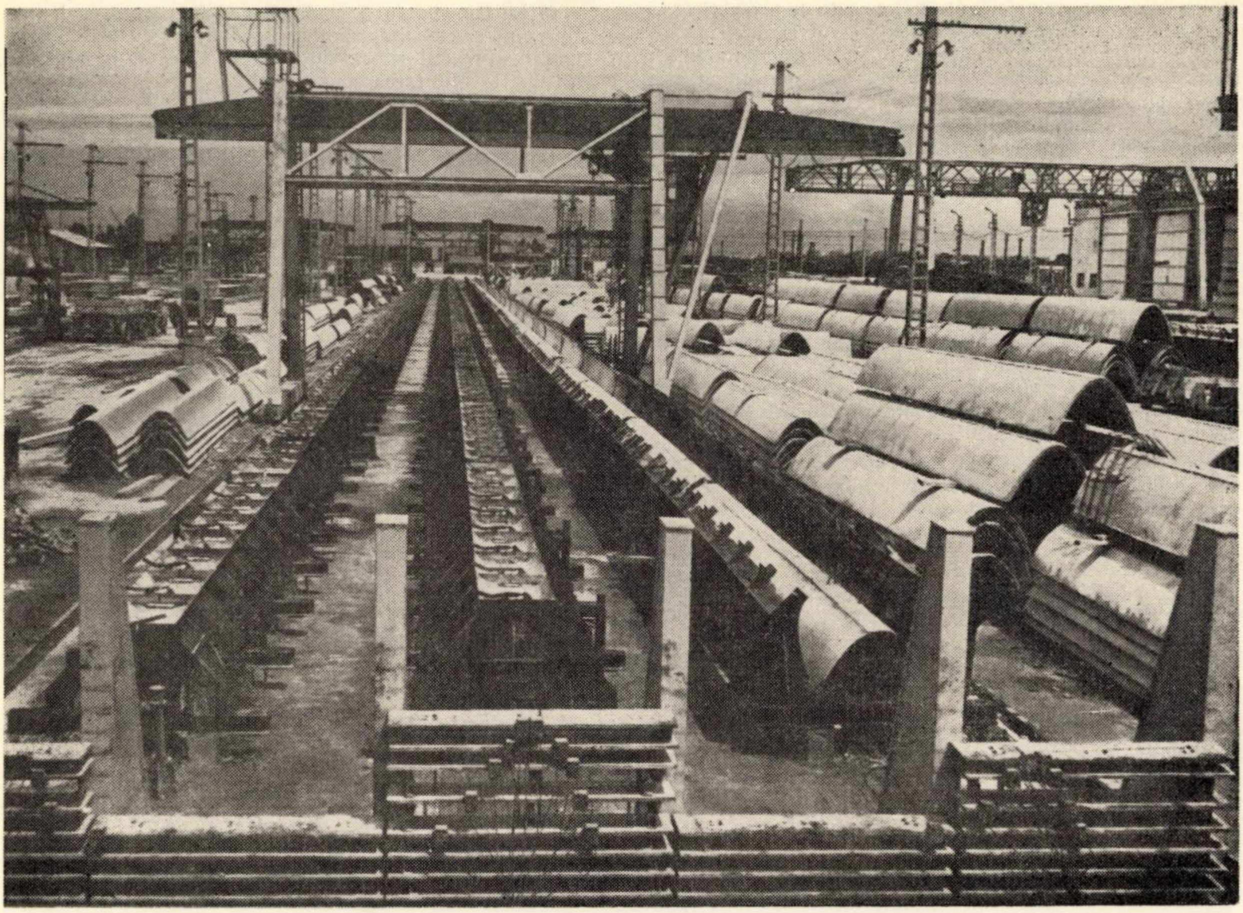
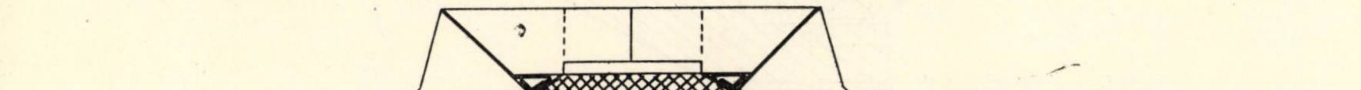


Fig. 4. Linie tehnologică pentru fabricarea jgheaburilor cu secțiune parabolică

Fig. 5. Secțiune prin tiparul metalic al jgheabului cu secțiune parabolică


Manta exterioară
Garnitură etanșare
Manta interioară
Vibrator
Chituc din lemn pt. rezemare elastică

La executarea acestor elemente în fabricile de prefabricate, la transportul lor pe șantiere, la montaj, cît și din exploatarea acestor rețele de jgheaburi — în decursul timpului — au rezultat o serie de dificultăți, dintre care sînt enumerate cele mai importante :

a) La îmbinarea jgheaburilor între ele, prin intermediul furcilor, s-a constatat că nu se realizează o etanșeitate satisfăcătoare, deoarece nu există o coincidență între extradosul jgheaburilor și intradosul furcilor pe care reazemă capetele jgheaburilor.

La măsurătorile efectuate au fost cazuri cînd s-au înregistrat abateri între cele două suprafețe de rezemare, de ordinul centimetrilor, producîndu-se din această cauză, atît fisurarea furcilor, cît și neetanșeizarea rosturilor.

Remedierea acestei deficiențe grave nu se poate soluționa în totalitate, deoarece jgheaburile și furcile, așa cum sînt concepute, cu formă parabolică sau policentrică, nu se pot executa în tipare metalice care să poată fi prelucrate la mașini-unelte în condiții economice.

b) Consumul de materiale — în special de beton — este ridicat, deoarece condițiile tehnologice impun limitarea grosimii de beton la minimum 6 cm.

c) La transportul jgheaburilor și la montarea lor pe șantier, cînd se execută și rotirea jgeaburilor cu 180°, s-a înregistrat un procent ridicat de defecțiuni care, în unele cazuri, au dus la rebutarea elementelor.

d) Productivitatea la executarea jgheaburilor pe pistele lungi de precomprimare (200 m lungime) este redusă, deoarece fiecare fază tehnologică este condiționată de terminarea tuturor lucrărilor la întregul șir de tipare pozate între cele două culee de tensionare.

Experimentări efectuate în vederea executării prin centrifugare a jgheaburilor cu secțiune semicirculară : „jgheaburi mufă"

În vederea eliminării pe cît posibil a deficiențelor constatate la jgheaburile cu secțiune parabolică executate pe standuri lungi, în cadrul laboratorului uzinal al fabricii „Progresul" s-a analizat posibilitatea executării prin centrifugare a jgheaburilor cu secțiune semicirculară, tehnologie care permite obținerea unor elemente prefabricate cu caracteristici superioare celor ale jgheabului actual.

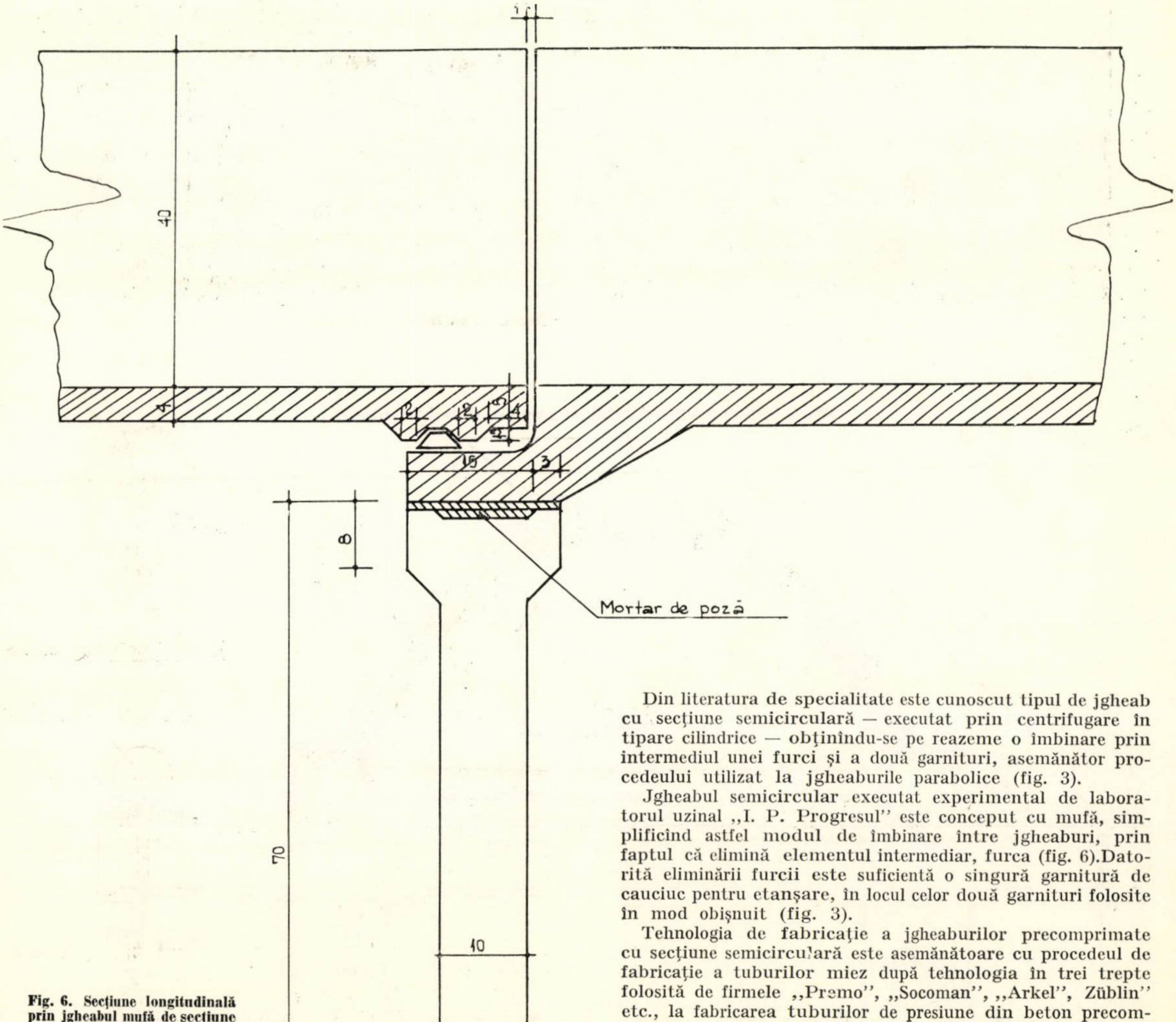


Fig. 6. Secțiune longitudinală prin jgheabul mufă de secțiune semicirculară

Din literatura de specialitate este cunoscut tipul de jgheab cu secțiune semicirculară — executat prin centrifugare în tipare cilindrice — obținîndu-se pe reazeme o îmbinare prin intermediul unei furci și a două garnituri, asemănător procedeului utilizat la jgheaburile parabolice (fig. 3).

Jgheabul semicircular executat experimental de laboratorul uzinal „I. P. Progresul" este conceput cu mufă, simplificînd astfel modul de îmbinare între jgheaburi, prin faptul că elimină elementul intermediar, furca (fig. 6). Datorită eliminării furcii este suficientă o singură garnitură de cauciuc pentru etanșare, în locul celor două garnituri folosite în mod obișnuit (fig. 3).

Tehnologia de fabricație a jgheaburilor precomprimate cu secțiune semicirculară este asemănătoare cu procedeul de fabricație a tuburilor miez după tehnologia în trei trepte folosită de firmele „Premo", „Socoman", „Arkel", Züblin" etc., la fabricarea tuburilor de presiune din beton precomprimat.

Prin centrifugarea betonului în tipare metalice de formă specială se realizează concomitent două elemente de jgheab, datorită separatoarelor metalice introduse în lungul joantelor

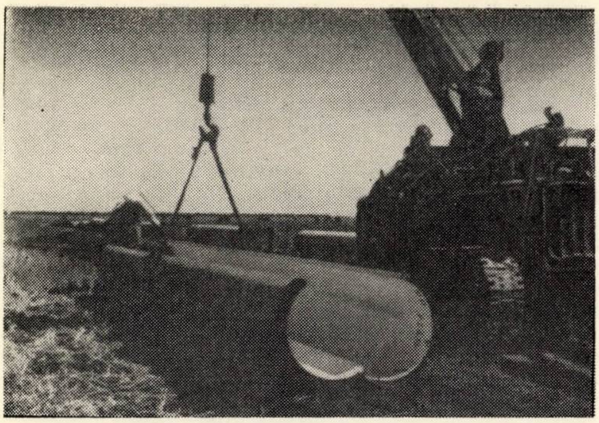


Fig. 7. Jgheaburile se transportă pe șantier asamblate cîte două, sub forma unui tub

tiparului. După decofrare, cele două jgheaburi semicirculare se mențin în continuare sub forma unui tub, prin prinderea lor cu bride la extremități, deoarece sub această formă manipularea și transportul se pot face în condiții mai bune. Separarea celor două jgheaburi se execută pe șantier, în momentul montării (fig. 7).

Fabricarea jgheaburilor cu secțiune semicirculară se poate executa după o tehnologie organizată după procedeul în conveier (fig. 8). Această schemă tehnologică este concepută pentru o fabrică cu două linii de producție, care lucrează în trei schimburi, cu o capacitate anuală de 15 000 m³ beton, sortimente de jgheaburi Ø 700, Ø 1 100 și Ø 1 300 mm.

Utilarea celor două linii de fabricație este identică, diferența constînd numai în dimensiunea tiparelor metalice.

Între cele două linii de fabricație s-a rezervat un spațiu pentru pregătirea armăturii S.B.P., armătură necesară la precomprimarea longitudinală a jgheaburilor.

O atenție deosebită s-a acordat alegerii unui procedeu pentru tensionarea armăturii, care să asigure o productivitate și eficiență economică maximă în cazul precomprimării elementelor prefabricate de lungime redusă în tehnologia tiparelor purtătoare.

Studiul întreprins asupra procedeelor cunoscute de punere sub tensiune a armăturilor S.B.P. a arătat că soluția cu ancoraje-bulb — a firmei elvețiene B B R V — satisface în cea mai mare măsură, față de alte procedee, condițiile speciale impuse de tehnologia adoptată.

Deoarece procedeul de precomprimare B B R V va fi comun tuturor tehnologiilor ce se vor analiza în prezentul articol, se vor da cîteva detalii asupra metodei și utilajelor folosite.

Procedeul B B R V — pentru ancorarea armăturii — elimină ancorajul cu pene tronconice segmentate dințate, care

Fig. 8. Tehnologia fabricării jgheaburilor de irigație prin centrifugare

Caracteristici: Suprafața halei de producție 30 × 60 = 1 800 m²; Linia I produce jgheaburi Ø 700; Linia II produce jgheaburi Ø 1 100, Ø 1 300; Capacitatea de producție; Linia I 5 350 m³; Linia II 9 450 m³; Total = = 14 800 m³

Notă: Pe deschiderile 2 și 4 vor fi montate cîte două poduri de 2 × 7,5 t; Pe deschiderile 1 și 5 va fi montat cîte un pod 2 × 7,5 t; Pe dechiderea 3 va fi montat un monorai pentru manipularea colacilor de SBP.

1 — camera de etuvare; *2* — instalație de aburi; *3* — vagonet; *4* — spațiu rezervat pentru decofrare; *5* — tipar cofrat; *6* — tensionarea armăturii longitudinale; *7* — tipar cu armătura tensionată; *8* — centrifugă; *9* — malaxor; *10* — lingură; *11* — rastel de sîrmă pregătit pentru tensionare; *12* — mașină pentru confecționat ancoraje; *13* — rastel tampon cu sirma tăiată la lungime; *14* — mașină de tăiat la lungime; *15* — depozit de sîrmă; *16* — produse finite

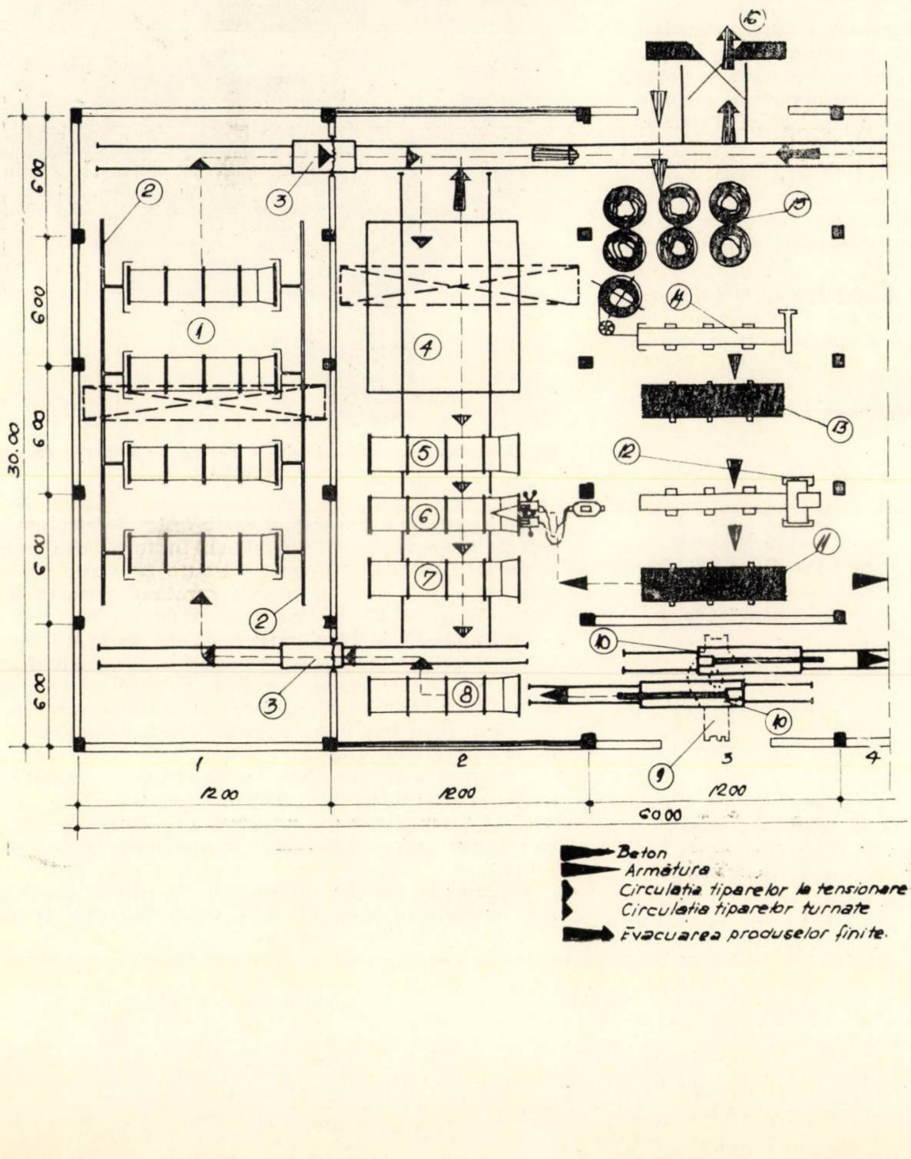
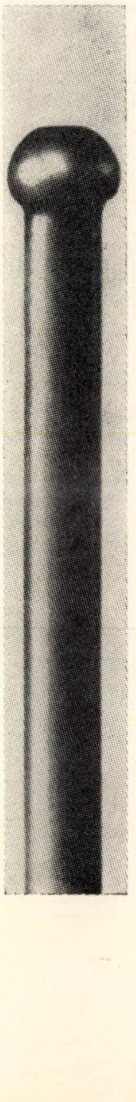

16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
6.00
6.00
6.00
6.00
6.00
30.00
1
2
3
4
12.00
12.00
12.00
60.00
Beton
Armătura
Circulația tiparelor la tensionare
Circulația tiparelor turnate
Evacuarea produselor finite.

Fig. 9. Ancoraj bulb realizat prin ambutisarea sîrmei SBP



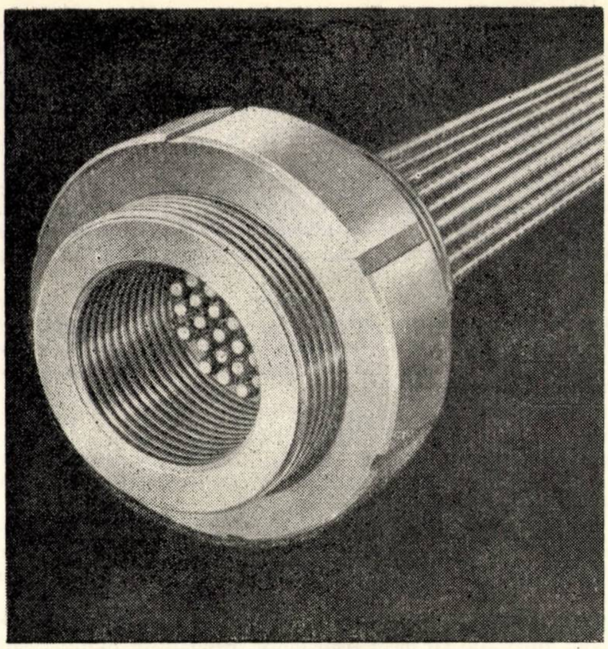


Fig. 10. Ancoraj tip BBRV pentru cablaje de capacitate mare

este foarte costisitor şi necesită prelucrări la maşini-unelte şi tratamente termice speciale şi foloseşte, în schimb, o maşină care confecţionează prin presare, la capetele sîrmelor amprentate, cîte un bulb de forma capătului de nit (fig. 9). Acest bulb, introdus într-o rondelă, este capabil să preia întreg efortul cu care se tensionează o sîrmă S.B.P. pînă la rupere.

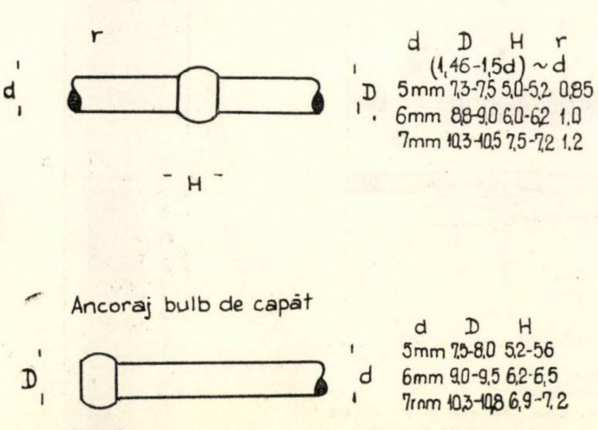
Cu ajutorul procedeului B B R V se pot tensiona sîrme individuale pînă la Ø 12,0 mm sau pachete de sîrmă (fig. 10) cu o capacitate pînă la 1 500 t.

Procedeul B B R V foloseşte şi ancoraje-bulb intermediare, în vederea utilizării sîrmelor lise la precomprimarea betonului (fig. 11). Ancorajele intermediare se plasează în beton, la extremităţile elementului ce se precomprimă, transmiţînd astfel betonului, prin intermediul acestora şi al rondelelor, întreg efortul de precomprimare.

Confecţionarea bulbilor de ancoraj la armătura S.B.P., cît şi tăierea la lungime exactă a sîrmelor, precum şi tensionarea armăturii necesită utilaje speciale pe care le-a pus la punct firma Proceq din Elveţia. Aceste utilaje sînt următoarele :

— maşina de confecţionat bulbi de ancoraj tip D S M 60-F 8 cu acţionare mecanică (fig. 12) poate confecţiona 1 200 ancoraje pe oră pentru sîrma de Ø 4 mm pînă la Ø 7 mm ;

Fig. 11. Dimensiunile ancorajului bulb



d	D	H	r
	(1,46-1,5d)	~d	
5mm	7,3-7,5	5,0-5,2	0,85
6mm	8,8-9,0	6,0-6,2	1,0
7mm	10,3-10,5	7,5-7,2	1,2

d	D	H
5mm	7,5-8,0	5,2-5,6
6mm	9,0-9,5	6,2-6,5
7mm	10,3-10,8	6,9-7,2

— maşina de confecţionat bulbi de capăt şi cei intermediari tip D S Z —7, cu acţionare hidraulică (fig. 13) poate confecţiona 600 de ancoraje pe oră pînă la diametrul maxim de 7 mm ;

— maşina de derulat sîrmă din colaci şi tăiat la lungime, cu toleranţe de tăiere minimă ± 0,5 mm ; se produc mai multe tipuri de maşini, în funcţie de capacitatea necesară ;

— pompe şi prese pentru tensionarea armăturii în bloc sau a fiecărui fir în parte (fig. 14).

Desfăşurarea procesului tehnologic pentru confecţionarea armăturii S.B.P. şi tensionarea ei se face după cum urmează :

Oţelul S.B.P. Ø 5 mm amprentat, folosit pentru precomprimarea longitudinală, este furnizat în colaci şi pus pe vîrtelniţa maşinii de îndreptat şi tăiat sîrma la lungime. Maşina execută tăierea la lungime în toleranţele ± 0,5 mm, lucru deosebit de important pentru obţinerea unei tensiuni uniforme în toate firele.

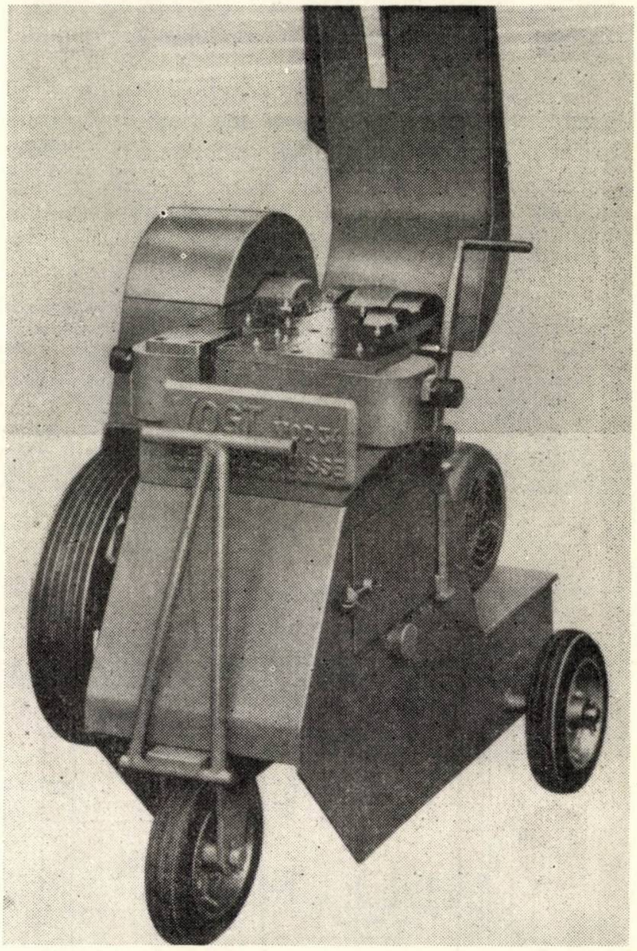


Fig. 12. Maşină de confecţionat bulbi de ancoraj tip DSM 60−F8 cu acţionare mecanică

Confecţionarea ancorajului-bulb este determinată şi de corecta tăiere a sîrmei în secţiune. În acest scop, maşina de tăiere la lungime este prevăzută cu o foarfecă specială care taie sîrma cu o secţiune perfect curată şi perpendiculară pe axă.

Sîrma tăiată la lungimea prevăzută se aşază pe rastele, de unde este luată pentru confecţionarea ancorajelor-bulb.

Înainte de confecţionarea prin presare a ancorajelor se anfilează pe bare două coliere de material plastic pentru etanşarea tiparului, o şaibă pentru tensionare şi două rondele de rezemare (fig. 15).

Armătura astfel pregătită se introduce în tipar prin orificiile prevăzute în timpanele de capăt.

Presa, prin intermediul şaibei de tensionare, pune sub efort armătura S.B.P., care se alungeşte la valoarea stabilită.

Menţinerea alungirii respective în sîrma tensionată se face cu ajutorul unei şaibe distanţiere (fig. 16). După intro-

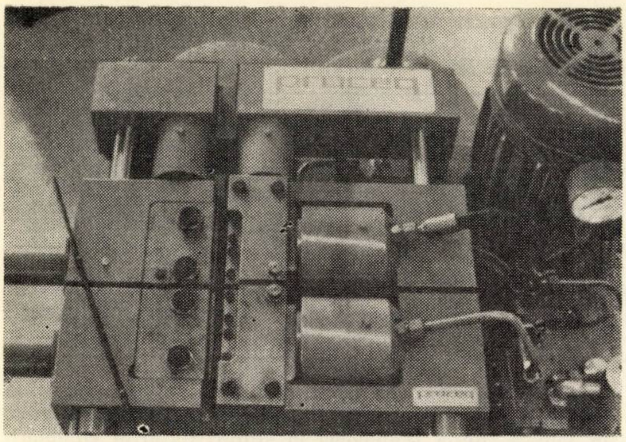


Fig. 13. Mașină de confecționat bulbi de capăt și intermediari tip DSZ−7 cu acționare hidraulică

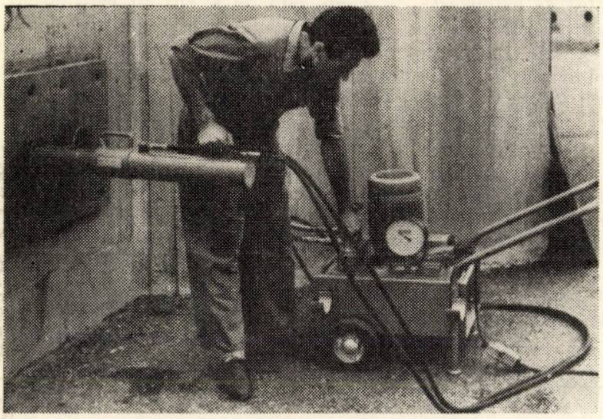


Fig. 14. Pompă și presă Proceq

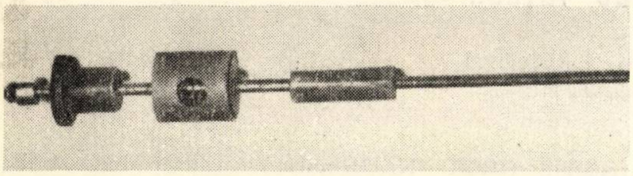
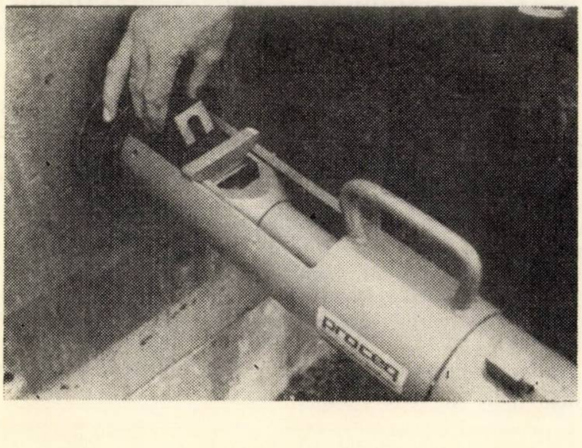


Fig. 15. Ancoraj bulb cu șaibele de tensionare, distanțiere și bucșe de etanșare din material plastic

Fig. 16. Montarea șaibei distanțiere



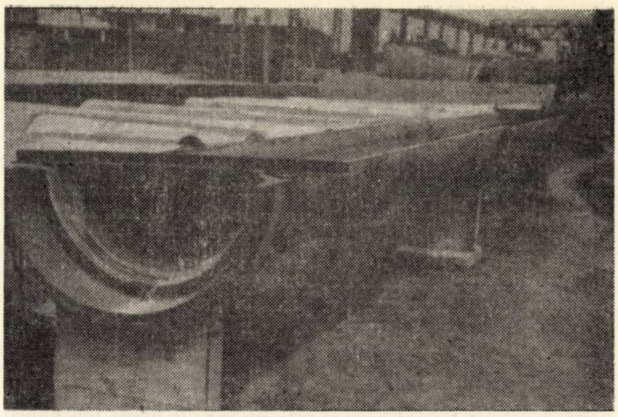


Fig. 17. Experimentarea la etanșeitate a unui jgheab mufă cu secțiune semicirculară s-a realizat la I. P. Progresul-București

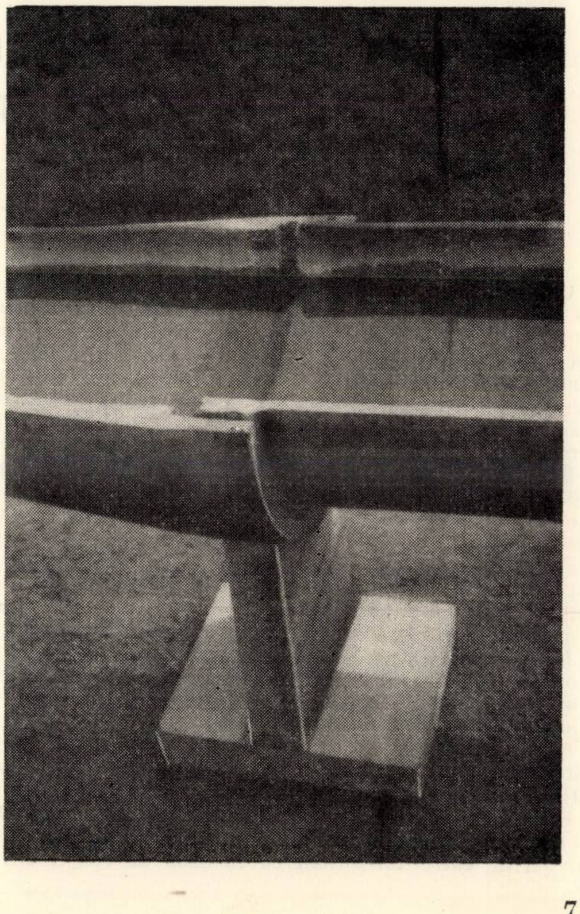
ducerea şaibei distanțiere se decuplează presa şi tot efortul este preluat de tipar.

Tiparul metalic prevăzut cu separatoare, armat cu plasele sudate din OL 38 şi armătura longitudinală tensionată, este aşezat cu ajutorul podului rulant pe maşina de centrifugat.

Procesul tehnologic privind alimentarea cu beton şi centrifugarea tiparului este identic cu cel folosit la fabricarea tuburilor precomprimate. După centrifugarea betonului urmează tratarea termică. Tratarea, în cazul jgheaburilor, se poate realiza cu ajutorul aburului viu introdus direct în interiorul tiparului, la extremitățile căruia sînt prevăzute capace de etanşare.

Aşezarea tiparelor la locul de tratare termică se face cu ajutorul podurilor rulante, simplificîndu-se astfel procedeul actual de mecanizare a transportului tiparelor cu ajutorul

Fig. 18. Detaliu de imbinare a jgheabului experimental in timpul probei pentru verificarea etanșeității



preselor hidraulice, utilizat la fabricarea tuburilor precomprimate.

S-a prevăzut că durata tratamentului termic cu ajutorul aburului viu se poate reduce la 3 sau 4 ore în ipoteza folosirii cimenturilor de calitate RIM 400, respectiv RIM 300.

După întărirea betonului, tiparul este preluat de podul rulant şi cu ajutorul vagonetului este adus la locul de decofrare.

Transferul de efort se face prin tăierea sîrmei cu un electrod ce se introduce în orificiul special practicat în şaiba distanţieră (fig. 15). Sîrma tăiată la cele două capete permite recuperarea şaibelor şi colierelor respective. După decofrare şi extragerea separatoarelor din cele două joante ale tiparului se asamblează din nou cele două elemente de jgheab de secţiune semicirculară, cu ajutorul unor bride plasate la extremităţi, realizîndu-se în acest mod un tub cu mufă de formă cilindrică, uşor de manipulat şi transportat.

Din avantajele mai importante pe care le oferă jgheaburile cu secţiune semicirculară, faţă de actualele jgheaburi cu secţiune parabolică, se disting următoarele:

1. Îmbinarea ,,jgheaburilor mufă'' cu secţiune semicirculară este mult simplificată (fig. 6) faţă de îmbinarea actuală a elementelor, care se face cu furcă şi două garnituri de etanşare.

Soluţia experimentată, în afară de faptul că este mult simplificată, prezintă şi avantaje economice importante atît în ceea ce priveşte valoarea de investiţie, cît si cheltuielile de exploatare a reţelelor de irigaţii.

2. Toleranţele ce se obţin la dimensiunile elementelor sînt reduse în cazul jgheaburilor semicirculare executate prin centrifugare, datorită preciziei tiparelor cilindrice, care se pot prelucra la maşini-unelte. În ipoteza toleranţelor de ± 2 mm, etanşeitatea rosturilor se poate realiza în condiţii optime la montarea elementelor, cu ajutorul unui cordon de cauciuc similar cu cel folosit la îmbinarea tuburilor. Experimentările efectuate la ,,Progresul'' au demonstrat perfecta etanşeitate ce se obţine la îmbinare cu un singur cordon de cauciuc (fig. 18).

3. Jgheaburile cu secţiune semicirculară executate prin centrifugare prezintă indicatori tehnico-economici superiori procedeului în stand. Astfel:

	Tehnologie	
	Stand	Centrifugare
Număr de schimburi	3	3
Capacitate de producţie	100 %	150 %
Productivitatea fizică pe linia de fabricaţie	100 %	118 %
Investiţia specifică	100 %	92 %
Productivitatea liniei tehnologice	100 %	180 %

4. Betonul pus în operă prin centrifugare este de o calitate superioară (mai rezistent şi mai compact) faţă de cel obţinut prin vibrare, după tehnologia în stand, datorită eliminării în timpul operaţiei de centrifugare a surplusului de apă din amestecul de beton.

5. Tehnologia prin centrifugare permite să se reducă grosimea pereţilor de beton la elementele de jgheab cu secţiune semicirculară. Astfel, la un jgheab 0 800 mm, grosimea peretelui de beton este de 4 cm, faţă de 6 cm cît este în cazul jgheaburilor executate în tehnologia în stand.

6. La transportul şi manipularea pe şantier, jgheaburile semicirculare, asamblate din fabrică cu ajutorul colierelor sub forma unui tub, se comportă mai bine decît jgheaburile cu secţiune parabolică.

Studiile şi experimentările făcute în cadrul laboratorului uzinal al fabricii ,,Progresul'' din Bucureşti privitoare la executarea unui nou tip de jgheab de beton precomprimat (cu secţiune semicirculară şi prevăzut cu mufă) au dovedit avantajele noului procedeu şi posibilităţile de realizare.

Rezultatele obţinute vor fi folositoare, ele contribuind la perfecţionarea metodelor actuale de execuţie a reţelelor de jgheaburi pentru irigaţii.

Soluţii tehnologice privind remedierea porţiunilor de rosturi neetanşe dintre panourile mari de faţadă

Ing. I. C. Popescu, arh. J. Rădulescu
Consiliul Popular al Municipiului Bucureşti

Un număr important de apartamente construite în Capitală au fost realizate cu structuri de beton armat şi panouri mari de faţadă. După o perioadă de exploatare de circa 5—6 ani s-a constatat că prin rosturile dintre panourile de faţadă, şi dintre tîmplăria exterioară şi panouri, se produc infiltraţii. Aceste infiltraţii s-au observat la un mare număr de apartamente din Capitală şi de asemenea în diferite localităţi din ţară.

Examinarea cauzelor care au dus la manifestarea acestor defecţiuni (precum şi a altora: zone de condens în cîmpul sau pe conturul panourilor de faţadă, fisuri în paramentul exterior etc.) a dus la constatarea că ele se datoresc unor grave abateri de la prevederile proiectului şi indicaţiilor de execuţie, produse atît la unităţile de confecţionare a panourilor, cît şi pe şantiere, la executarea lucrărilor de montare a panourilor şi de etanşare a rosturilor.

În cadrul Institutului de cercetări în construcţii şi economia construcţiilor (INCERC) s-a studiat un proces tehnologic special, pe baza căruia s-au putut lua măsuri de remediere a acestor defecţiuni.

Remedierile au necesitat metode organizatorice complexe, datorită cantităţii lucrărilor şi necesităţii unor legături între diversele etape ale realizării lucrărilor.

Primele lucrări de remediere privind etanşarea rosturilor au fost executate la un bloc din Capitală de pe şoseaua Viilor nr. 92, de către Întreprinderea raională de construcţii şi reparaţii (IRCR) N. Bălcescu, beneficiar fiind I.A.L. N. Bălcescu.

Cercetările făcute cu ocazia executării acestei lucrări, precum şi concluziile trase pot constitui un pas important pentru rezolvarea acestor defecţiuni.

PREVEDERILE DIN PROIECTELE ŞI DOCUMENTAŢIILE DE REMEDIERE A NEETANŞEITĂŢII ROSTURILOR EXTERIOARE ŞI A ROSTURILOR DINTRE TIMPLĂRIA EXTERIOARĂ ŞI PANOURI

Pentru executarea în bune condiţii a lucrărilor de remediere a etanşeităţii rosturilor la pereţii exteriori din panouri mari s-au elaborat documentaţii detaliate, care să permită constructorilor desfăşurarea normală a procesului tehnologic, buna organizare a şantierului şi realizarea unor lucrări de calitate. Evidenţierea defecţiunilor la blocuri s-a făcut elaborîndu-se relevee ale tuturor faţadelor clădirilor şi indicîndu-se convenţional, pe fiecare porţiune de panou sau faţadă, defecţiunea respectivă. Lista acestora a fost completată şi cu alte defecţiuni constatate cu ocazia executării lucrărilor.

Au fost indicate în proiectele pentru remediere următoarele cinci tipuri de defecţiuni:

a) porțiuni de rosturi neetanșe între panourile de fațadă;

b) rosturi neetanșe între tîmplăria exterioară și panou;

c) zone de infiltrații și condens în cîmpul panoului;

d) zone de infiltrații și condens pe conturul panoului;

e) parament exterior cu fisuri.

Nr. crt.	Defecțiune	Fațadă				Total	Legenda
		Longitudinală		De capăt			
		Nord	Sud	Est	Vest		
1	Porțiuni de rosturi neetanșe între panouri						‖ ═
	— orizontale (m)	12,10	8,20	3,70	7,70	31,70	
	— verticale (m)	5,50	3,30	2,00	1,00	11,80	
2	Rosturi neetanșe între tîmplăria exterioară și panou (m)	8,60	7,00	—	2,80	18,40	|▭|
3	Zone de condens în cîmpul panoului (nr. panouri)	3	—	—	2	5	▨
4	Zone de condens pe conturul panoului (nr. camere)	2	1	—	2	5	∫ ﹏
5	Panouri de fațadă cu fisuri mari în fața văzută (nr. bucăți)	11	12	6	2	31	⧄

Fig. 1. Tabel centralizator al cantităților de lucrări

La unele blocuri la care lucrările de etanșare a rosturilor au fost de o amploare mai mare și unde au fost suprafețe mari de pereți cu zone de infiltrații de pe care tencuiala a căzut, documentațiile tehnico-economice au prevăzut și refacerea tencuielilor și a zugrăvelilor la fațade. Pentru identificarea cît mai corectă a tuturor defectelor și pentru elaborarea unei documentații care să permită constructorilor o execuție cît mai bună, releveele au fost executate, pe cît posibil, în perioadele de timp cu precipitații abundente și temperaturi scăzute, cînd defecțiunile s-au manifestat evident.

În ceea ce privește identificarea porțiunilor prin care s-au produs infiltrațiile la rosturile dintre tîmplăria exterioară și panouri, aceasta s-a făcut din interior, verificîndu-se rosturile orizontale care nu au fost acoperite cu șorțuri de tablă, cît și cele verticale. După ce s-a constatat că se produc infiltrații de apă în timpul ploilor, infiltrații care provoacă pătarea locală a finisajului interior, acestea au fost indicate pe releveul anexat la proiect.

Rosturile neetanșe au fost marcate pe planurile fațadei, iar în tabelul centralizator s-a înscris lungimea lor. În unele cazuri s-au constatat infiltrații de apă din precipitații prin rostul orizontal inferior al tîmplăriei acoperit cu șorț de tablă. Deoarece această defecțiune s-a datorit execuției defectuoase a șorțului de tablă, în documentație s-a prevăzut, într-un articol separat, remedierea defecțiunii.

După verificarea mai multor blocuri s-a constatat că zonele de infiltrații și condens se ivesc mai frecvent la fațadele de capăt cu orientarea spre nord. Releveele prin care s-a stabilit tipul de zonă de condens și infiltrații s-au făcut distinct, deoarece pentru fiecare tip de zonă de condens s-au prevăzut soluții diferite de remediere. Astfel, zonele de condens din cîmpul panourilor au fost marcate pe releveul fațadei și s-au precizat dimensiunile suprafeței afectate, iar în tabelul centralizator s-a înscris numărul de panouri de fațadă care au prezentat zone de condens în cîmp.

Zonele de condens de pe conturul panourilor au fost înregistrate numai la panourile care nu au prezentat simultan și zone de condens în cîmp, iar în tabelul centralizator s-a înscris numărul de camere de pe fiecare fațadă.

În figura 1 se arată un tabel centralizator al cantităților de lucrări la care s-au constatat numai zone de condens pe conturul panourilor.

EXECUTAREA LUCRĂRILOR DE REMEDIERE A ETANȘEITĂȚII ROSTURILOR EXTERIOARE

Din remedierile executate, cele mai frecvente au fost acelea pentru porțiunile neetanșe ale rosturilor panourilor mari de fațadă. Execuția schelelor, care a precedat lucrările propriu-zise de remediere, s-a făcut de echipe specializate, care au lucrat alternativ la montarea și demontarea acestora pe măsură ce s-au executat lucrările la fațadă. În prezent se studiază introducerea în producție a schelelor tip „Ineri", care sînt mai ușor de manipulat în aceste cazuri și asigură reducerea timpului de execuție.

După montarea schelei, echipele au trecut la executarea remedierii porțiunii neetanșe de rosturi, care prezentau diverse defecte. Dintre defectele mai frecvent întîlnite se menționează unele rosturi verticale și orizontale cu deschideri foarte mici sau foarte mari (8—10 cm), la care, din neglijență, fie că nu s-a montat cordonul de fuior de cînepă slab gudronat, fie că nu s-a făcut umplutura cu vată minerală sau mortarul de închidere s-a desprins, ceea ce a permis ca apele din precipitații să pătrundă și să deterioreze pereții.

Aceste rosturi au fost corectate și închise cu mortar, în funcție de profilele și tipurile de elemente de prefabricate pentru fațadă, așa cum se arată în figurile 2—4.

Execuția lucrărilor de etanșare s-a făcut cu chit Romalchid C 895—12, după următorul proces tehnologic:

1. îndepărtarea locală pe adîncime redusă a mortarului existent în rost;
2. rectificarea cu mortar de ciment cu adaos de Aracet E 50 a porțiunilor de rost cu muchii știrbite sau cu goluri mari;
3. aplicarea ecranului de etanșare din chit elastic Romalchid C 895—12.

Executarea lucrării de îndepărtare locală a mortarului existent în rost s-a făcut cu mare atenție de către o serie de muncitori, în timp ce alții au executat o a doua operație cu utilaje speciale (pistoale de chituit acționate cu aer comprimat).

Îndepărtarea mortarului existent în rost pe porțiunile neetanșe s-a făcut cu dălți de oțel dur cu lățimi variind între 5 și 15 mm. Tipul de daltă a fost ales în funcție de deschiderea rostului. Lucrările s-au executat cu mare atenție și îndepărtarea mortarului s-a făcut fără a se provoca știrbirea muchiilor panourilor. La îndepărtarea mortarului din rosturi s-au întîlnit două situații, lucrările executîndu-se în funcție de aceste situații, și anume:

Fig. 2. Rost cu deschidere mare neizolat

1 – mortar; *2* – cordon de fuior de cînepă

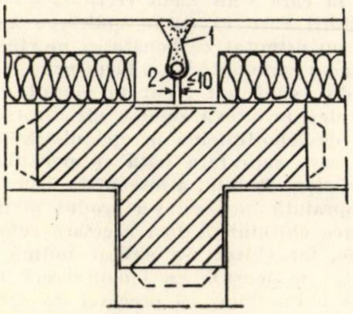


Fig. 3. Rost principal îngust, fără izolație

1 – mortar de fațadă; *2* – mortar de poză

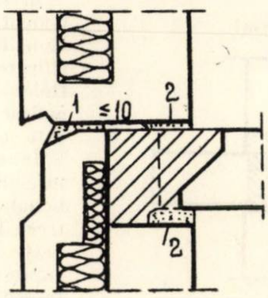
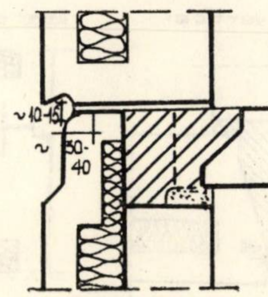


Fig. 4. Rost orizontal îngust fără strat de mortar



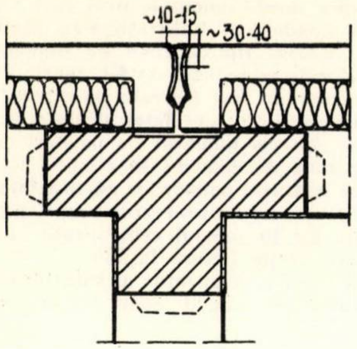


Fig. 5. Rost vertical. Soluție de etanșare cu chit Romalchid

a) La rosturile cu deschidere mică, adică mai mici de 10 mm, în cazurile în care rosturile nu fuseseră lărgite inițial, iar deschiderea lor a fost prea mică pentru a permite umplerea cu chit s-a procedat la lărgirea rostului prin cioplirea muchiilor pînă la obținerea deschiderii de circa 15 mm pe o adîncime de circa 30 mm. După executarea acestei operații s-a trecut la aplicarea chitului Romalchid prin umplerea rostului cu chit, fără a se mai rectifica rostul (fig. 5). În cazurile mai frecvente în care muchiile panourilor fuseseră cioplite inițial (fig. 6), iar rostul lărgit a fost umplut cu mortar, care ulterior a fisurat și parțial s-a constatat că este neaderent, s-a îndepărtat tot mortarul din rost, nemaicioplindu-se muchiile panourilor.

b) La rosturile cu deschidere medie sau mare, adică între 10 și 30 mm sau peste 30 mm, s-a îndepărtat mortarul existent (fig. 7) și totodată s-au îndepărtat și bucățile de mortar neaderente.

Uneori, în cursul execuției lucrărilor s-a constatat că după operațiile de îndepărtare a mortarului au rămas muchii de panouri dantelate, cu știrbituri mari. În aceste cazuri, înainte de umplerea acestor rosturi cu chit s-au refăcut muchiile panourilor prin rectificarea știrbiturilor cu mortar de ciment și adaos de Aracet E 50.

Lucrările de rectificare a muchiilor cu știrbituri mari au constat în următoarele operații :

— curățirea și spălarea cu apă a suprafețelor de beton ;

— introducerea și fixarea în rost a unei șipci de lemn geluit, cu secțiunea trapezoidală, care avea rol de cofraj ; grosimea medie a șipcilor a fost de 15 mm pentru rosturile care au avut deschiderea de 10 mm și care au fost lărgite ; pentru rosturile cu deschidere inițială mare, grosimea șipcilor a fost egală cu distanța dintre muchiile panourilor ;

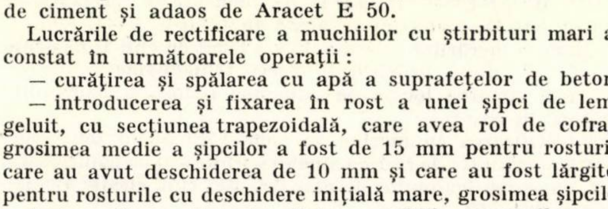
— amorsarea suprafețelor de beton cu pastă de amorsaj compusă din ciment amestecat cu Aracet și apă și aplicată cu pensula ; aplicarea pastei de amorsaj s-a făcut după zvîntarea suprafețelor de beton care fuseseră spălate cu apă ;

— umplerea golurilor limitate de șipcă cu mortar de ciment cu adaos de Aracet E 50 ; umplerea golurilor s-a făcut după 10—15 minute de la aplicarea pastei de amorsaj.

Lucrările de rectificare a muchiilor au fost executate cu o deosebită atenție de către o echipă formată din muncitori tencuitori de categoria a VI-a. Calitatea lucrărilor a fost urmărită chiar de șeful de echipă, pentru a asigura o etanșare corectă, cît și pentru a se reda fațadelor un aspect estetic.

Deosebit de importantă a fost problema asigurării aderării mortarului de ciment cu adaos de Aracet E 50 pe betonul panourilor. În acest scop, amorsarea suprafețelor cu pastă de amorsaj s-a făcut cu deosebită grijă, iar pasta de amorsaj și mortarul s-au preparat în cantități reduse de circa 1,5 kg de amorsaj la o șarjă, pentru ca materialele să fie utilizate permanent proaspete, avînd o vechime de cel mult 20 de minute.

Fig. 6. Rosturi cu deschideri mici cioplite inițial



Compoziția pastei de amorsaj a fost următoarea :

— ciment RIM 200	1 kg
— emulsie Aracet E 50	0,30 kg
— apă	0,32 l

În unele cazuri, cantitatea de apă a fost mai mare în scopul obținerii unei paste cu o consistență corespunzătoare aplicării prin pensulare.

Pasta de amorsaj a fost preparată într-un vas cu o capacitate de 10 kg, în felul următor : s-a diluat cantitatea stabilită de emulsie de Aracet E 50 cu 50% din cantitatea de apă stabilită inițial la încercările preliminare și s-a amestecat pînă la omogenizare. Apoi s-au adăugat cimentul și restul de apă, amestecîndu-se circa 3—4 min. Aplicarea pe beton a pastei de amorsaj s-a făcut imediat, într-un interval de timp care nu a depășit 30 de minute de la preparare. În acest scop s-au preparat numai cantități mici de emulsii, care nu au depășit cantitatea de 1,5 kg.

La rosturile la care au trebuit să se completeze muchiile cu mortar de ciment cu adaos de Aracet E 50 s-a preparat un mortar de ciment după următoarea rețetă :

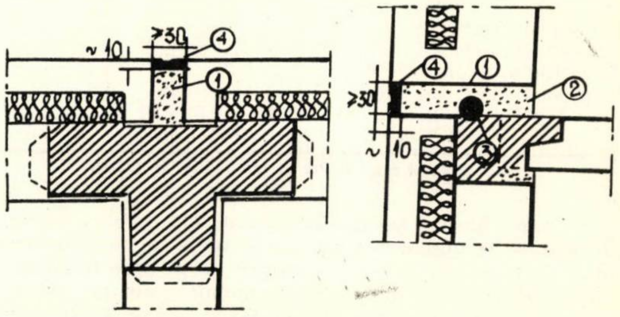


Fig. 7. Remedieri efectuate la rosturile medii
1 — mortar de închidere ; *2* — mortar de poză ; *3* — cordon de cînepă ; *4* — chit Romalchid

— ciment RIM 200	3 kg
— nisip 0 . . . 3 mm	9 kg
— nisip 1 . . . 3 mm	3 kg
— emulsie de Aracet E 50	0,900 kg
— apă	2 l

Mortarul s-a preparat în cantități reduse de circa 0,010 m^3, adică o găleată, pentru a putea fi pus în operă integral. În vederea obținerii unei calități cît mai bune, prin asigurarea unei vîscozități care să permită o bună prelucrare a mortarului, s-au făcut încercări cu conul etalon înainte ca mortarul să fie pus în operă. Adîncimea de cufundare a conului etalon a fost de 7—8 cm.

Prepararea mortarului s-a făcut în felul următor : s-a pus într-o roabă metalică cantitatea de emulsie Aracet și jumătate din cantitatea de apă determinată la încercările preliminare, amestecîndu-se pînă la omogenizare ; apoi s-au adăugat treptat cimentul și nisipul, care fuseseră amestecate înainte, și restul de apă.

După ce s-a îndepărtat mortarul existent, în unele rosturi la care nu au rezultat știrbituri mari și la care nu s-au făcut rectificări cu mortar de ciment, s-a trecut imediat la umplerea lor cu chit.

În rosturile la care s-au făcut rectificări cu mortar de ciment, muncitorii care executau aplicarea mecanizată a Romalchidului au așteptat carbonatarea mortarului de rectificare. Verificarea carbonatării s-a făcut prin probe cu fenolftaleină. Această probă s-a făcut în modul următor : s-a aplicat cu pensula, în cîteva puncte ale suprafeței rectificate, o soluție de fenolftaleină în apă distilată.

În cazul în care suprafața dată cu pensula s-a înroșit într-un timp de circa 30 min. a însemnat că procesul de carbonatare la suprafață încă nu s-a produs și nu s-a putut trece la aplicarea chitului. A fost necesară refacerea probei peste 2—3 zile, iar chitul s-a aplicat numai atunci cînd suprafețele date cu pensula cu fenolftaleină nu s-au mai înroșit, ceea ce a însemnat că procesul de carbonatare pe

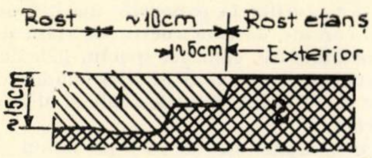


Fig. 8. Detaliu privind îndreptarea mortarului din porțiunea de rost neetanș (1) cu racordare „în treaptă" la mortarul care nu se îndepărtează din rost (2)

suprafața mortarului a fost suficient de avansat pentru a permite aplicarea chitului.

La toate lucrările prevăzute în proiect, îndepărtarea mortarului existent în rosturi s-a făcut numai pe lungimile neetanșe plus pe o porțiune de 10—15 cm de o parte și de alta a acestor porțiuni neetanșe. Racordarea mortarului proaspăt aplicat pe rost cu mortarul care nu s-a îndepărtat din restul rostului s-a făcut în treaptă (fig. 8).

La unele rosturi, echipele au constatat că mortarul nu astupase complet rostul dintre panourile mari. În aceste cazuri, chiar dacă zonele nu depășeau lungimea porțiunii neetanșe marcate pe panou, s-a trecut la îndepărtarea mortarului existent în goluri pe întreaga lungime a rostului aferent panoului. Lucrările de îndepărtare a mortarului din rosturi pentru descoperirea golului s-au executat cu deosebită atenție pentru a nu se știrbi muchiile panourilor.

În aceste cazuri, după descoperirea golurilor pe toată lungimea, s-a procedat la umplerea lor cu mortar de ciment cu adaos de Aracet E 50 peste care, după terminarea procesului de carbonatare, s-a aplicat stratul de chit de etanșare.

O operație importantă, care a necesitat o calificare specială a muncitorilor, a fost aceea de aplicare a chitului cu ajutorul pistolului de chituit.

Chitul a fost adus pe șantier în vase metalice de 20 kg, gata preparat, și introdus pe cale manuală în corpul pistolului. Apoi muncitorii au aplicat stratul de chit pe rosturi, de sus în jos pe rost vertical sau de la stînga la dreapta pe rost orizontal.

Întrucît aplicarea stratului de chit a necesitat timpi normați mai mici decît la desfacerea rosturilor, aplicarea s-a făcut alternativ de o echipă de doi muncitori. În timp ce unul aplica chitul în rost, celălalt încărca pistolul de chituit. La terminarea materialului din pistol, aplicarea era continuată de muncitorul al doilea, iar primul muncitor trecea la încărcarea pistolului de chituit.

Alimentarea cu aer comprimat a pistolului de chituit s-a făcut cu un motocompresor racordat la rețeaua electrică a blocurilor ; acesta a dezvoltat o presiune de 5—8 atmosfere.

Lucrările de etanșare cu chit pe porțiunile de rosturi la care s-au terminat lucrările de îndepărtare a mortarului și de rectificare a muchiilor cu mortar de ciment cu adaos de Aracet E 50 au cuprins următoarele operații :

— curățirea rosturilor de impurități (praf, nisip etc.) prin periere și suflare cu aer comprimat furnizat de electrocompresorul care a acționat pistolul de chituit ;

— amorsarea fundului și pereților rosturilor prin aplicarea cu pensula a unei emulsii de Aracet E 50 amestecat cu apă în proporție de 1/1 ;

— introducerea chitului, după uscarea peliculei de Aracet E 50, cu ajutorul pistolului de chituit ; lucrarea de introducere a chitului a fost făcută la circa 2—3 ore de la aplicarea amorsei de Aracet E 50 ;

— îndesarea și fuguirea chitului în rost, urmărindu-se realizarea unui contact intim între chit și fețele laterale de beton ale rosturilor și profilarea chitului la exterior conform profilului existent în porțiunile de rost adiacente, la care nu s-au executat lucrări de remediere.

Pe tot parcursul execuției lucrărilor s-au făcut încercări de verificare a etanșeității cu aparatele de produs ploaie artificială, suprasolicitînd în felul acesta panourile pentru a găsi soluții din ce în ce mai eficace de colmatare.

Defecțiunile constatate cel mai frecvent după supunerea panourilor la proba cu ploaia artificială au fost următoarele, vizibile la suprafața panourilor :

1. fisuri în mortarul de închidere, de finisare a rosturilor și bucăți de mortar care se desprind ;
2. muchii și colțuri știrbite, cu armătura dezgolită ;
3. fisuri în cîmpul panourilor ;
4. zone de beton sau mortar poros ;
5. zone în cîmpul panourilor cu mortar care se desprind.

Pentru remedierea acestor defecțiuni care puneau în pericol soluția de etanșeizare a rosturilor s-au făcut studii noi, cu asistența tehnică a INCERC, ajungîndu-se, după

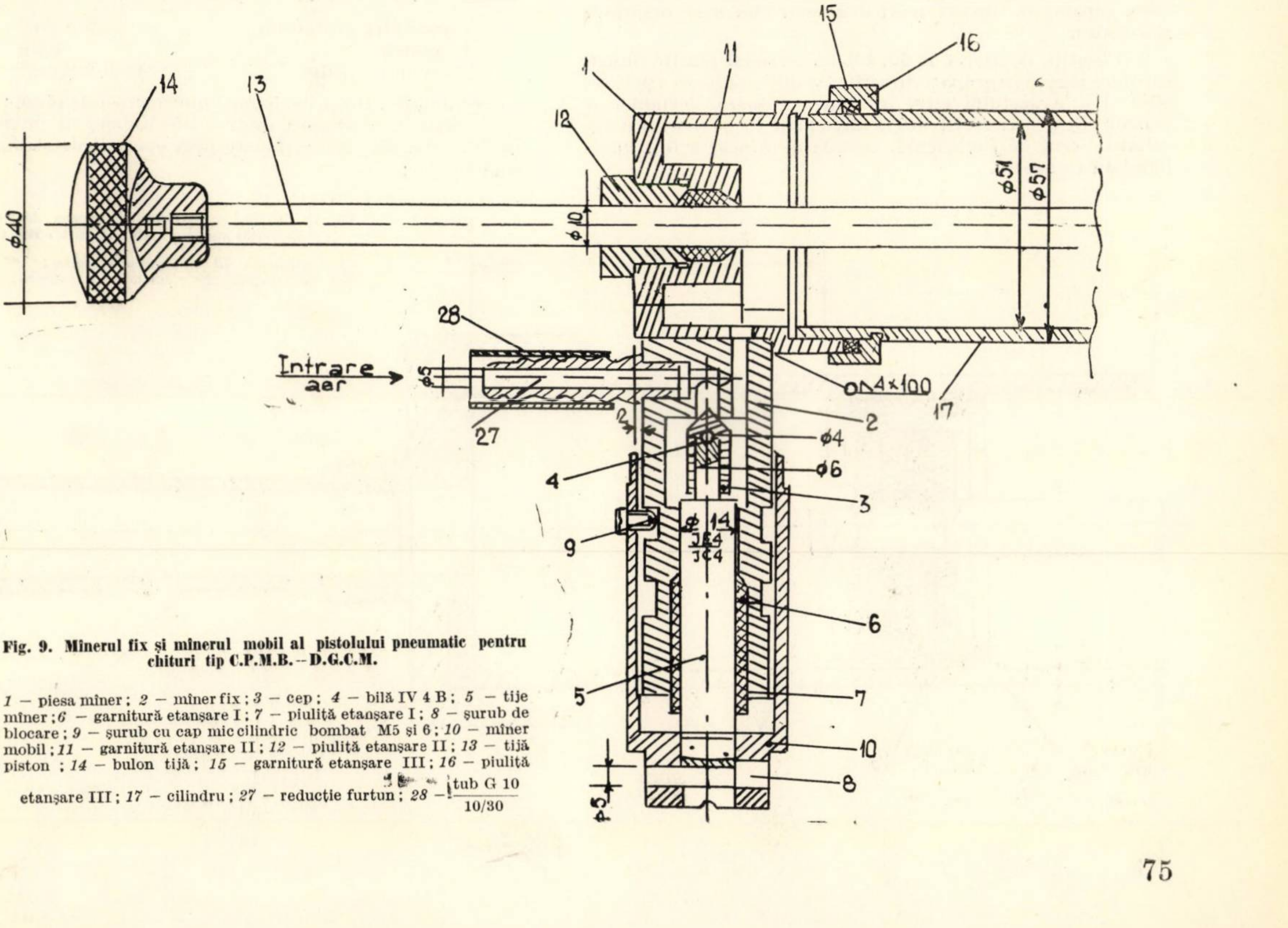


Fig. 9. Mînerul fix și mînerul mobil al pistolului pneumatic pentru chituri tip C.P.M.B.—D.G.C.M.

1 — piesa mîner ; *2* — mîner fix ; *3* — cep ; *4* — bilă IV 4 B ; *5* — tije mîner ; *6* — garnitură etanșare I ; *7* — piuliță etanșare I ; *8* — șurub de blocare ; *9* — șurub cu cap mic cilindric bombat M5 și 6 ; *10* — mîner mobil ; *11* — garnitură etanșare II ; *12* — piuliță etanșare II ; *13* — tijă piston ; *14* — bulon tijă ; *15* — garnitură etanșare III ; *16* — piuliță etanșare III ; *17* — cilindru ; *27* — reducție furtun ; *28* — $\frac{\text{tub G 10}}{10/30}$

diverse încercări, la următoarele soluţii adoptate pentru remedierea defecţiunilor :

Pentru cazul 1, soluţia adoptată a fost îndepărtarea bucăţilor de mortar care se desprind sau sînt puternic fisurate şi supraetanşarea cu chit C 819. În situaţia cînd spargerile au fost în mod necesar mari sau foarte mari s-a făcut mai întîi completarea cu mortar cu Aracet E 50.

Pentru defecţiunile de la cazul 2, soluţia de remediere a constat în refacerea locală cu mortar de Aracet E 50, aşa cum s-a descris la capitolul refaceri.

Defecţiunile de la pct. 3 s-au refăcut prin zugrăvirea suprafeţelor cu vinarom. Pentru lucrările ce urmează a se executa în acest an în municipiul Bucureşti şi în vederea înlăturării eventualelor defecţiuni datorite şocurilor termice, vinaromul neavînd o elasticitate suficientă, se prevede aplicarea unui strat intermediar de grund perclorvinilic G 504—70, peste aceasta urmînd a se aplica două straturi de vinarom.

MATERIALELE ŞI UTILAJELE INTREBUINŢATE LA LUCRĂRILE DE ETANŞARE

Atît pentru lucrările de pregătire a lucrărilor de bază, cît şi pentru lucrările propriu-zise de etanşare a rosturilor au fost întrebuinţate o serie de materiale ale căror calităţi au trebuit să fie cunoscute de proiectanţi şi de cei care au lucrat în echipe.

Dintre acestea, mai importante au fost următoarele :

1. Chit Romalchid C 895—12, care a fost adus de la fabrica ,,Azur'' din Timişoara. În prezent, acest produs este fabricat de fabrica de mase plastice Mărăşeşti. Acesta face parte din categoria materialelor plastice care se numesc elastomeri. Elastomerii constituie o grupă de polimeri care, sub aspect chimic, fac tranziţia între materialele termoplastice şi cele termorigide. Tot din grupa elastomerilor face parte şi cauciucul natural. Calitatea importantă, din punct de vedere fizic, a acestor elastomeri este elasticitatea, deoarece ei se pot deforma foarte mult fără să se distrugă şi fără să prezinte deformări remanente. Această importantă proprietate a elastomerilor este valorificată în cazul utilizării lor ca adaosuri în betoane şi mortare sub formă de emulsie, rezultînd impermeabilitatea, sau ca masticuri şi chituri de etanşare, precum chitul Romalchid, capabil să suporte mari deformări fără a se desprinde sau fisura.

2. Emulsia de aracet E 50, tot un material plastic diluat, care face parte din grupa polimerilor vinilici. Aplicarea polimerilor şi a Aracetului este, în general, uşoară, formîndu-se pelicule, fie pentru rezistenţa la intemperii, fie pentru aderenţa celuilalt strat de Romalchid. Soluţia de Aracet a fost întrebuinţată ca adeziv.

Lucrările de etanşare a rosturilor la panourile mari, fiind oarecum diferite de cele curente de construcţii, în afară de sculele curent folosite, ca : mistrie, cancioc, şpaclu, găleată, dălţi de diferite dimensiuni, şpiţuri avînd diferite diametre, ciocane obişnuite etc., au fost folosite şi unele scule şi utilaje speciale, după cum urmează :

1. Electrocompresor cu o capacitate de 75 l pe minut şi presiune de 10 kgf/cm^2 pentru acţionarea pistolului pneumatic de chituit. Acest electrocompresor a fost racordat la tabloul electric trifazic de la cofretul situat la parterul blocului.

2. Ciocan pneumatic de dăltuit tip CD—4—00, prevăzut cu un set de dălţi de diferite lăţimi. Acesta a fost folosit pentru scoaterea mortarului din rosturile pregătite pentru etanşare şi în unele cazuri la lărgirea rosturilor existente. Aerul comprimat necesar pentru acţionarea ciocanului pneumatic a fost luat de la un electrocompresor tip ESC 1,5 produs la uzinele ,,Timpuri Noi''.

3. Pistolul pneumatic de chituit tip ,,CPMB—DGCM'' produs de Întreprinderea pentru construcţii metalice şi reparaţii de utilaj în construcţii din Bucureşti (fig. 9).

Acest pistol a fost folosit pentru injectat chitul, care iniţial trebuia să fie fasonat sub forma unui cilindru avînd diametrul de 45—50 mm şi lungimea de cel mult 425 mm. Acesta se introducea în cilindrii pistonului, după care se punea capacul care închide ermetic cilindrul.

Întrucît nu a existat nici o posibilitate de a pregăti chitul Romalchid în formă de cilindru care să-şi păstreze dimensiunile şi forma, fiind nevoie să fie învelit în celofan, operaţia de încărcare a cilindrului cu chit Romalchid s-a făcut manual. După umplerea cilindrului cu chit Romalchid s-a pus capacul, care a închis ermetic cilindrul, apoi s-a liberat aerul sub presiune care a fost admis pe la capătul opus al cilindrului. Presiunea şi debitul aerului au fost reglate prin rotirea unui mîner mobil acţionat manual de muncitorul care a executat lucrarea. Aerul intrat cu presiune a împins chitul prin canalul de injecţie al pistolului pneumatic, proiectînd chitul în rosturi.

După terminarea injectării chitului, s-a oprit accesul aerului în cilindru. Prin rotirea mînerului mobil s-a evacuat aerul sub presiune din cilindru cu ajutorul şurubului supapă şi s-a început un nou ciclu de chituire.

Caracteristicile tehnice ale pistolului pneumatic pentru chituit CPMB—DGCM sînt următoarele :

— capacitatea pistolului	870 cm^3
— greutatea	8 kg
— presiunea aerului	4—6 kgf/cm^2

Pistolul (fig. 10) se compune din următoarele piese :

— mîner fix, compus dintr-o piesă-mîner şi mînerul fix sudate între ele, confecţionate prin operaţii de strunjire din oţel OL 38;

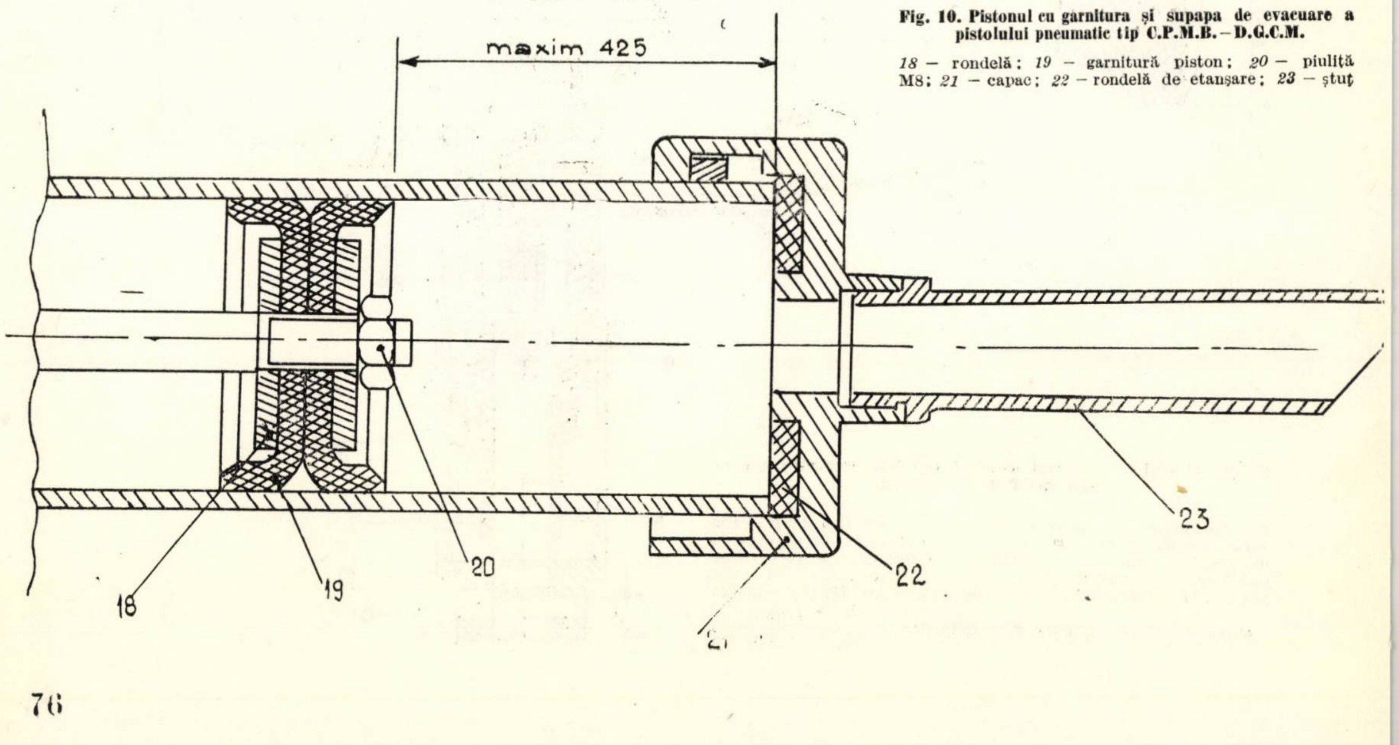


Fig. 10. Pistonul cu garnitura şi supapa de evacuare a pistolului pneumatic tip C.P.M.B.–D.G.C.M.

18 — rondelă; *19* — garnitură piston; *20* — piuliţă M8; *21* — capac; *22* — rondelă de etanşare; *23* — ştuţ

— mîner mobil pe care se montează tija-mîner şi cepul, piese de asemenea confecţionate prin operaţii de strunjire din oţel OL 38 şi OL 50 ;

— cilindru confecţionat dintr-o ţeavă cu dimensiunile 57 × 3 cm ;

— pistonul format din tija-piston, buton, tije, rondele, garnitură piston confecţionată din piele şi o piuliţă (fig. 10) ;

— capacul în care se montează rondelele de etanşare şi ştuţul ;

— supapa de evacuare a aerului din cilindru, compusă din şurub, supapă şi corpul supapei.

Pistolul a fost legat la electrocompresor printr-un furtun de cauciuc lung de 15 m, pentru a permite muncitorilor deplasarea cu pistolul între locurile de alimentare şi rosturile ce trebuiau etanşate.

Întrucît aplicarea stratului de chit s-a făcut foarte rapid (un metru în circa 4—5 minute) în comparaţie cu operaţia de pregătire a rosturilor, au fost folosite pentru aceeaşi faţadă alternativ două pistoale pneumatice racordate la acelaşi compresor. În timp ce cu un pistol se executa aplicarea Romalchidului în rosturi, celălalt era umplut din rezerva de Romalchid.

Lucrările de etanşare a rosturilor la blocurile executate cu panouri mari fiind într-un stadiu de început de organizare, nu s-au studiat diverşi indici tehnico-economici şi productivitatea muncii la acest fel de lucrări, urmînd ca pe măsura dezvoltării acestei categorii de lucrări să se treacă la studii tehnico-economice mai amănunţite.

Realizări noi în domeniul fundaţiilor de maşini

(maşini mici pe planşee de beton armat)

Ing. I. N. Petculescu
IPCFR

Proiectarea corectă a fundaţiei unei maşini este o problemă ce trebuie tratată în mod ştiinţific. Studiul unei fundaţii de maşini constituie o problemă complexă, comună inginerului mecanic şi celui constructor. Aceasta necesită cunoştinţe teoretice asupra problemei vibraţiilor pentru evitarea fenomenului de rezonanţă, cunoaşterea exactă a caracteristicilor maşinii, cum sînt datele mecanice ale maşinii, greutăţi, centre de greutate, forţe şi cupluri perturbatoare etc., precum şi proprietăţile materialelor folosite la alcătuirea fundaţiei şi date asupra terenului pe care se construieşte fundaţia respectivă.

Pînă nu de mult se credea că, cu cît o fundaţie este mai masivă, cu atît este mai eficace.

Teoria vibraţiilor arată însă că sporirea dimensiunilor pieselor nu este totdeauna recomandabilă, uneori fiind direct dezavantajoasă, nu numai din punct de vedere economic, ci şi tehnic.

O bună fundaţie de maşini trebuie să îndeplinească trei condiţii :

1. să corespundă sarcinilor dinamice şi statice ;

2. pulsaţia maşinii şi vibraţiile proprii ale fundaţiei trebuie să fie într-un anumit raport între ele, spre a se evita fenomenul de rezonanţă ;

3. tasările fundaţiei să fie cît mai mici şi uniforme, iar centrul de greutate al maşinii şi centrul de greutate al fundaţiei să fie pe aceeaşi verticală.

Se ştie, în general, că vibraţia proprie a ansamblului maşină-fundaţie este :

$$p = \sqrt{\frac{K}{m}} \qquad (1)$$

unde

K este constanta elastică a elementului de rezemare ;
m — masa în mişcare vibratorie.

Dacă notăm cu ω turaţia maşinii, atunci, pentru evitarea rezonanţei, raportul ω/p trebuie să fie depărtat de 1.

Deoarece amplitudinea mişcării oscilatorii este conform formulei :

$$A = \frac{P}{K}\,\frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{p^2}} \qquad (2)$$

unde

A este **amplitudinea** de oscilaţie a ansamblului maşină-fundaţie ;
P — greutatea ansamblului maşină-fundaţie ;

se vede că, atunci cînd $\omega \to p$, $A \to \infty$, cădem în fenomenul de rezonanţă. Pentru a-l evita, trebuie să acţionăm asupra lui p, vibraţia proprie a ansamblului fundaţie-maşină (fig. 1).

Dacă notăm cu F,

$$F = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{p^2}}$$

factorul de amplificare a amplitudinii mişcării, atunci cînd $\frac{\omega}{p} < 1$, adică $p > \omega$, vibraţia proprie p a sistemului este mai mare decît a pulsaţiei motorului (ω), factorul F de amplificare nu poate scădea sub 1 şi deci nu apare *nici o amortizare.*

Invers, cînd $p < \omega$ şi $\frac{\omega}{p} > 1$, atunci vibraţia scade şi tinde către zero, adică mişcarea *se amortizează.*

Acest lucru nu este aplicat în practica de executare a fundaţiilor şi aşa se explică de ce vedem recomandări pentru realizarea de fundaţii de maşini cu vibraţii proprii peste cele ale pulsaţiei de regim a maşinii (vezi art. Fundaţii pentru pompele instalaţiilor de încălzire centrală, de conf. ing. N. N. Drăghici din „Revista construcţiilor" nr. 5 şi 6, 1966, pag. 276).

Pentru o pompă tip Lotru E P/15 65 C, cu turaţia 1 500 rot/min, în greutate de 86 kg, putere 0,8 kW, gabarit

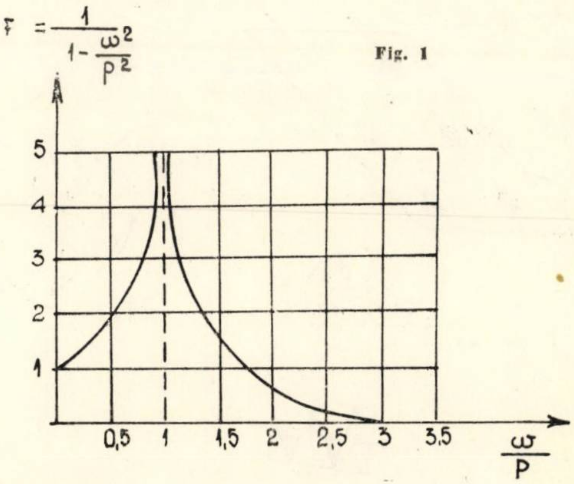


Fig. 1

280/602 mm, cu placă de amortizare de 3—6 cm (de plută) şi cu bloc de fundaţie cu dimensiunile:

$$280 + 10 = 290 = 300 \text{ mm}$$

$$602 + 10 = 612 = 620 \text{ mm}$$

$$\text{şi } H = 200 \text{ mm}$$

(conform tabelei 1 din pag. 277 a revistei).

Greutatea fundaţiei este:

$$0{,}3 \times 0{,}62 \times 0{,}2 \times 2\,400 = 90 \text{ kg}.$$

Deformaţia verticală va fi pentru un strat de plută de 6 cm grosime:

$$\delta = \frac{(90 + 86) \times 6}{(30 \times 62)\,165} = 0{,}0034 \text{ cm}$$

şi turaţia proprie

$$p = \frac{300}{\sqrt{\delta}}\ \frac{300}{\sqrt{0{,}0034}} = \frac{300}{0{,}056} = 5\,300 > 1\,500 \text{ rot/min}.$$

Vedem că $p > \omega$ şi deci nu avem nici un fel de amortizare, factorul F rămînînd mai mare ca 1.

Vom arăta mai jos posibilităţile practice de a realiza pentru maşini cu vibraţii proprii $p < \omega$, adică cu o pulsaţie proprie sub aceea a maşinii, spre a se putea obţine şi o amortizare eficace a vibraţiilor.

Cum în general m (masa în vibraţie) este oarecum determinată în funcţie de considerente practice, nu ne rămîne decît a acţiona asupra lui K (constanta de rezemare a fundaţiei).

Pentru alegerea sistemului de rezemare care să ne dea pe K trebuie să ţinem seamă de mai multe consideraţii.

Rezemarea pe teren este cea mai greu de stăpînit prin calcul, deoarece coeficientul de elasticitate al pămîntului C (Betlungsziffer) este foarte greu de determinat corect pentru terenul considerat.

Determinarea lui comportă lucrări de laborator asupra probelor de pămînt netulburate, luate cu multă grijă din terenul de analizat.

Pentru a evita acest lucru, vom aşeza deci fundaţia noastră pe o pătură elastică, ale cărei caracteristici să le cunoaştem precis din fabricaţie.

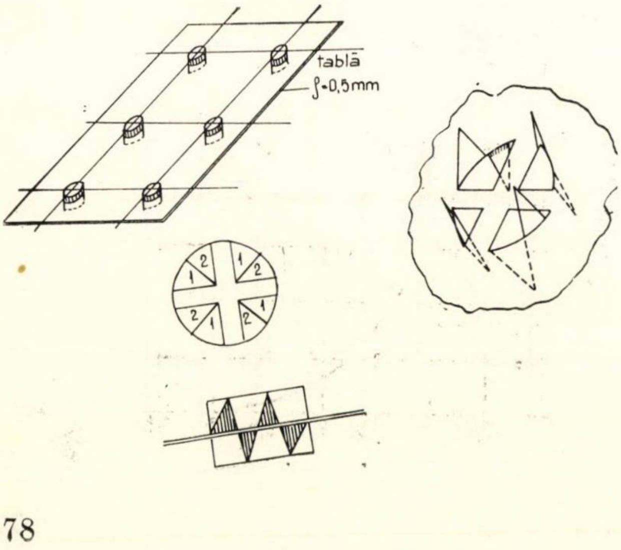
Pentru a se obţine o vibraţie proprie a grupului maşină-fundaţie sub turaţia maşinii (ω) vom alege ca material arcuitor sub fundaţie, cauciucul.

Cauciucul are:

— modulul E de elasticitate dinamic la compresiune foarte mic, permiţînd astfel să se realizeze pentru maşinile pe care le izolează frecvenţe proprii destul de coborîte;

— posibilitatea de a se deforma foarte mult şi de a prelua prin şoc un lucru mecanic de peste patru ori mai mare decît acela preluat de arcurile de oţel;

Fig. 2



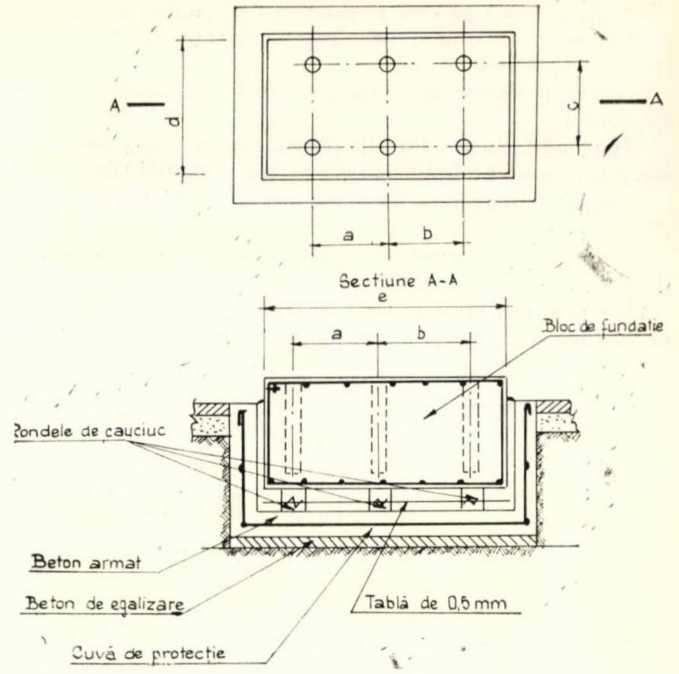


Fig. 3

— proprietăţi de amortizare ridicate, fiind în măsură să risipească aproximativ o treime din energia totală a vibraţiei; amortizarea variază în jurul acestei valori, în raport cu duritatea cauciucului;

— în comparaţie cu alte materiale, cauciucul are o viteză de propagare a sunetului foarte redusă, de numai 0,9% din viteza de propagare a sunetului în oţel şi de 14% din viteza de propagare a sunetului în aer, ceea ce îi conferă calitatea de foarte bun diminuator de zgomot;

— un coeficient de contracţie transversal maxim ($\sigma = 0{,}5$), deci rigiditatea cauciucului se caracterizează printr-o singură constantă elastică;

— se poate modela în diferite forme şi i se pot da diferite rezistenţe adăugîndu-i alte substanţe.

Forma constructivă cea mai potrivită de întrebuinţat este aceea de tampoane aşezate sub fundaţia maşinii sau direct sub maşini, ca la construcţiile auto.

Problema-cheie este modul cum putem fixa aceste rondele tampoane de fundaţie.

După unele metode, ele se vulcanizează de piese metalice. Datorită vulcanizării, cauciucul îşi schimbă modulul de elasticitate static *Est* şi trebuie să se folosească un alt modul, *Ed* definit de relaţia $Ed \geqslant \beta\, Est$, unde β este un coeficient de rigidizare care la tampoane cilindrice se poate lua egal cu 2,2, lucru ce duce la o pierdere a calităţii cauciucului.

Pentru a se evita acest lucru, vom prinde rondelele de cauciuc direct, fără vulcanizare, sub fundaţia respectivă.

Pentru evitarea fenomenului de umflare a rondelelor de cauciuc, vom ţine seamă ca înălţimea rondelei să nu depăşească 4—5 cm.

Vom fixa rondelele în aşa fel, încît să putem opri deplasarea lor laterală fără a utiliza lăcaşuri speciale metalice şi fără a înţepa rondela cu dornuri sau cuie de fixare, lucru care ar putea distruge cauciucul.

În acest scop vom utiliza o foaie de tablă din care vom decupa rozetele de fixare a rondelelor de cauciuc ca în figura 2.

Un set de rondele necesare unei fundaţii de maşini se prezintă ca în figura 2.

Se ia o foaie de tablă de dimensiunile fundaţiei, de 0,5 mm grosime, şi în ea se decupează rozetele de prindere a rondelelor (fig. 2), atîtea cîte rondele de susţinere rezultă din calcul.

Decuparea se face în sectoarele 1, 2, 3, 4 din cercul cu diametrul rondelei noastre (fig. 2). Apoi, tabla decupată se îndoaie în sus şi în jos în formă de colţari, în interiorul cărora se introduc rondelele, cîte două în fiecare punct arcuitor, una pe o parte, alta pe alta a tablei de susţinere,

ALCĂTUIREA FUNDAŢIEI

În figura 3 se vede o fundaţie de maşini aşezată pe rondele de cauciuc aşa cum s-a arătat mai sus.

Totuşi, şi acest fel de fundaţie prezintă uneori, în cazul agregatelor motoare aşezate direct pe planşee, oarecare inconveniente.

Datorită dispoziţiilor lor constructive, aceste fundaţii prezintă unele inconveniente, printre care cel mai important este că necesită un minimum de înălţime de construcţie de 50 cm deasupra planşeului, lucru care de multe ori nu poate fi acceptat.

Pentru montarea utilajelor în incintele atelierelor C.F.R., uzinelor de prafabricate, depourilor şi mai ales în cadrul lucrărilor de electrificare, s-a pus de multe ori problema aşezării agregatelor pe planşee de beton armat cu fundaţii de înălţime mică (10—20 cm).

Pentru aceste cazuri (la electropompe, ventilatoare, grupuri electrogene etc.), după multe încercări, s-a reuşit să se pună la punct un dispozitiv arcuitor foarte practic şi economic (fig. 4).

Dispozitivul este construit dintr-o foaie de tablă (capac) care se aşază direct peste rondelele de cauciuc.

Batiul maşinii se prinde cu buloane cu dublă piuliţă şi cioc (fig. 4) la faţa locului, prin găurirea capacului de tablă, direct de capac, în dreptul găurilor de ancoraj ale batiului maşinii.

Dispozitivul de fixare a rondelelor, aşa cum este indicat în tratatele de specialitate, este complicat şi greu de realizat.

La fundaţia noastră, cuva de beton armat se înlocuieşte cu o simplă ramă metalică dintr-un fier cornier prinsă cu buloane de scelment direct de pardoseală.

La această ramă se sudează 4—6—8 inele metalice, în interiorul cărora se introduc rondele de cauciuc (fig. 4).

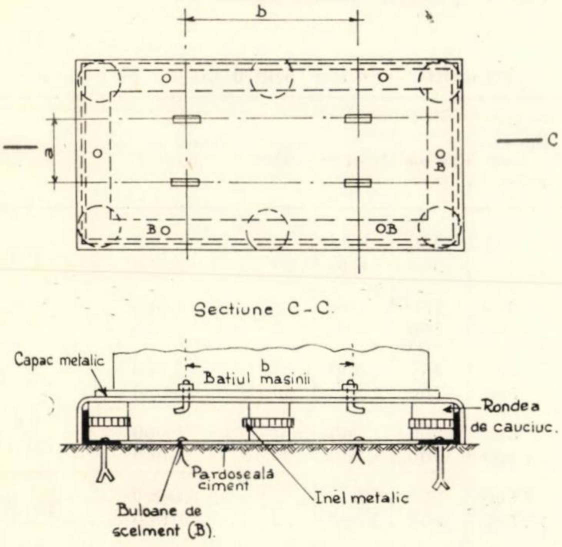
Această dispoziţie asigură păstrarea în bune condiţii a rondelei, care nu este degradată de nici un fel de dorn de prindere şi, mai mult, inelul metalic de fixare asigură oprirea efectului de umflare a cauciucului sub sarcină, lucru care trebuie împiedicat.

Această fundaţie, constituită dintr-o singură foaie de tablă (capac) care se aşază peste rondelele de cauciuc, contravine recomandărilor din tratate, ca fundaţia să aibă cel puţin greutatea maşinii, pentru asigurarea bunei funcţionări a agregatului motor.

Totuşi, acest fel de fundaţie se comportă mai bine decît o fundaţie din bloc de beton armat, dînd valori mai apropiate între ele pentru vibraţiile proprii din plan orizontal, decît ale aceleia pe bloc de beton armat.

Într-adevăr, luînd o pompă tip Lotru EP 15/65 C cu caracteristicile

Fig. 4



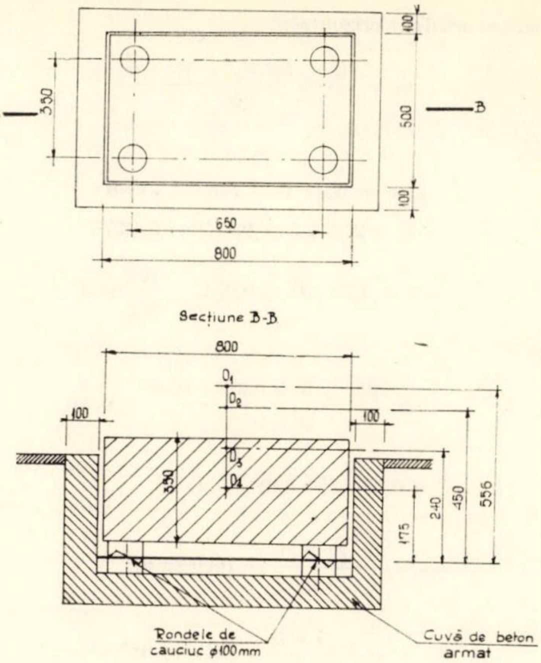


Fig. 5

turaţie — 1 500 rot/min., putere = 0,8 kW, greutate = = 86 kg, blocul de fundaţie avînd dimensiunile 650×500×350 mm (fig. 5):

$$G_f = 340 \text{ kg}$$

$$G_m = 86 \text{ kg}$$

$$G_t = 426 \text{ kg}$$

să determinăm centrul de greutate al ansamblului fundaţie-maşină:

$$Z_0 = \frac{340 \times 0{,}175 + 86 \times 0{,}45}{426} = 0{,}24 \text{ m.}$$

Momentul de inerţie al sistemului

$$I_{xm} = G_m \left(\frac{D^2}{8} + 1^2 \right) = 86 \left(\frac{0{,}25^2}{8} + 0{,}316^2 \right) = 9{,}02 \text{ kgm}^2$$

la fundaţie:

$$I_{xf} = G_f \left(\frac{a^2}{12} + \frac{b^2}{12} + \eta^2 \right) = 340 \left(\frac{0{,}25^2}{12} + \right.$$

$$\left. + \frac{0{,}35^2}{12} + 0{,}07^2 \right) = 12{,}2 \text{ kgm}^2$$

$$\text{Total } I_x = I_{xm} + I_{xf} = 21{,}22 \text{ kgm}^2$$

$$i_x = \frac{I_x}{G_t} = \frac{21{,}22}{426} = 0{,}09 \qquad E = 60 \text{ kg/cm}^2 \text{ cauciuc}$$

luăm patru rondele de cauciuc,

$$d = 100 \text{ m} \quad h = 100 \text{ mm}$$

$$\delta_v = \frac{G}{4} \frac{4h}{\pi d^2 E} = \frac{426}{4} \frac{4 \times 10}{314 \times 10^2 \times 60} = 0{,}22 \text{ cm}$$

vibraţii verticale

$$n_1 = \frac{300}{\sqrt{0{,}22}} = 620 \text{ rot/min} < 1\,500.$$

Pentru oscilații orizontale:

$$d_0 = \frac{i_c^2 - Kz/K_x + h^2 - i_x^2}{2h}$$

unde:

$$i_c' x^2 = S_x/4 \text{ la 4 rondele avem:}$$

$$I_x = 2 \times 2{,}0 \times 0{,}175^2 = 0{,}125^2$$

$$h = 0{,}29 \quad i_x^2 = 0{,}05; \quad \frac{K_x^2}{K_x} = 3$$

deci

$$d = \frac{0{,}03 \times 3 + 0{,}29^2 - 0{,}05}{2 \times 0{,}21} = 0{,}22$$

$$p_2^1 = 0{,}22 \pm \sqrt{0{,}022^2 + 0{,}05} = \left| \begin{array}{l} -0{,}53 \\ +0{,}09 \end{array} \right.$$

$$K_z = \frac{G}{d_0} = \frac{426}{0{,}22} = 1900 \text{ kg/m}^2$$

$$K_y = K_z/3 \frac{1\,900}{3} = 635 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta_1 = \frac{425}{633} \cdot \frac{653}{0{,}01 + 0{,}29} = 1{,}47 \text{ cm}$$

$$\delta_2 = \frac{426}{633} \cdot \frac{0{,}01}{0{,}01 + 0{,}29} = 0{,}158 \text{ cm}$$

$$n_1 = \frac{300}{\sqrt{1{,}47}} = 248 \text{ rot/min} < 1\,500$$

$$n_2 = \frac{300}{\sqrt{0{,}158}} = 755 \text{ rot/min} < 1\,500.$$

Dacă punem această electropompă direct pe rondelele de cauciuc cu ajutorul capacului metalic al fundației, găsim:

$$G_m = 86 \text{ kg}$$

$$G_f = 60 \text{ kg} \qquad \text{(fig. 6)}$$

$$\text{Total} \quad G_t = 146 \text{ kg}$$

rezultă ca mai sus:

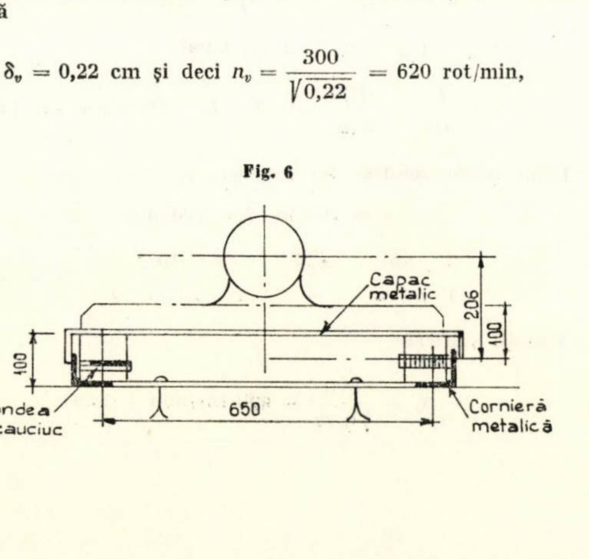
$$I_{xmf} = 2{,}92 \text{ kgm}^2$$

$$z_0 = 0{,}065 \text{ m}$$

dimensionăm rondelele pentru a avea același δ vertical adică

$$\delta_v = 0{,}22 \text{ cm și deci } n_v = \frac{300}{\sqrt{0{,}22}} = 620 \text{ rot/min},$$

Fig. 6



rezultă pentru cele orizontale:

$$d_0 = 0{,}34, \quad p_1 = 0{,}72 \quad \delta_1 = 1{,}81 \text{ cm}$$

$$p_2 = 0{,}09 \text{ și } \partial_2 = 0{,}40 \text{ cm}$$

$$n_1 = \frac{300}{\sqrt{1{,}81}} = 220 \text{ rot/min}$$

$$n_2 = \frac{300}{\sqrt{0{,}40}} = 450 \text{ rot/min}.$$

În acest exemplu se vede limpede că oscilațiile orizontale sînt mai echilibrate în cazul din urmă (fără bloc de fundație), decît în cazul cu bloc de fundație (220 cu 450 rot/min., față de 248 și 755 rot/min.).

Prinderea mașinii cu buloane cu cioc de capacul metalic oferă posibilitatea demontării grupului motor respectiv și montarea pe el a unei alte mașini, de dimensiuni asemănătoare, făcînd deci *fundația recuperabilă*.

Cu toate că în literatura tehnică nu se cunosc fundații universale de mașini, acest tip de fundație (capac metalic pe rondele de cauciuc) are un caracter de universalitate, dacă dăm capacului dimensiunile de 500/800 mm și îi impunem o arcuire joasă (sub 1 000 rot/min).

Dacă se consultă întregul catalog de pompe Lotru și Cerna care se potrivesc la caracteristici cu pompa descrisă mai sus, găsim circa 27 de tipuri de pompe (catalogul de electropompe din R.S. România) care se pot monta pe această fundație.

Tot pe această fundație se potrivesc și motoarele de ventilatoare TVA 320, 480, 480 II, precum și motoarele electrice provenite din import, cum sînt: motoarele electrice VEM, KRA 180, KRA 230 de putere 13—45 kW și greutate 175—500 kg, cu turația 2 500—3 000 rot/min (circa 10—15 tipuri).

Se mai pot găsi și alte tipuri de mașini la care se potrivește aceeași fundație.

În rezumat, un singur tip de fundație îl putem folosi la circa 70—80 de tipuri de motoare electrice de toate felurile.

Prinderea acestor mașini de capacul fundației se face direct, la fața locului, prin perforarea capacului în dreptul găurilor de ancoraj ale batiului.

Avantajele acestor feluri de fundații sînt substanțiale și printre altele:

1. se pot instala la tot felul de agregate motoare, direct pe planșeu, la orice etaj al clădirii, lucru aproape imposibil de realizat cu alt tip de fundații sau cu mijloace complicate, necesitînd planșee speciale;

2. oferă posibilitatea montării mașinilor direct pe *radiere de beton armat* izolate împotriva apelor subterane, fără a vătăma izolarea hidrofugă.

Pentru Ministerul Căilor Ferate s-a întocmit un astfel de tablou orientativ pentru mașini cu putere de 0,5—30 kW, greutate 150—2 000 kg și turație de 1 000—3 000 rot/min., cu gabaritele cele mai uzuale și cu indicarea tipului de fundație respectiv, cu ajutorul căruia se poate găsi, în funcție de caracteristicile mașinii, dispozitivul arcuitor cu rondele de cauciuc potrivit cazului (tabela 1).

Tabela 1

Dispozitiv arcuitor pentru mașini pe planșee

Poz.	Greutatea mașinii (kg)	Dimensiuni		Putere (kW)	Turația mașinii (rot/min)	Dispozitiv arcuitor
		lățime (mm)	lungime (mm)			
1	150 450	280 500	400 600	0,8 20	1 000 3 000	tip I
2	450 800	280 500	600 800	0,8 20	1 000 3 000	tip II
3	500 800	500 700	800 1 500	2 30	1 000 3 000	tip III
4	800 1 600	500 700	900 1 500	2 30	1 000 3 000	tip IV
5	1 000 2 000	700 800	1 500 2 000	2 30	1 000 3 000	tip V

Rondelele de cauciuc sînt cu scara de duritate Shore 55 şi modulul de elasticitate 6 t – 70 kg/cm^2.

Se pot comanda la cooperativele care prelucrează cauciuc.

Exemplu de calcul

Pompa Lotru 17 kW, avînd 3 000 rot/min., greutatea 450 kg şi dimensiuni de 470/716 mm se încadrează la dispozitiv (fig. 2).

Grupul electrogen Skoda, avînd puterea $P = 28$ kW, turaţia 1 500 rot/min., greutatea 1 910 kg şi dimensiuni de 730/1 850 mm se încadrează la dispozitiv tip 5 etc.

Fundaţii universale de acest fel (capac metalic pe rondele de cauciuc) s-au realizat la C.F.R. în cadrul electrificării liniei Cîmpina—Ploieşti, la fundarea convertizorilor rotativi şi grupurilor electrogene de la centralizările electrodinamice din staţiile Sinaia, Cîmpina, Ploieşti etc. cu bune rezultate în exploatare.

Bibliografie

[1] Gane N. N.: *Calculul fundaţiilor de maşini*, Bucureşti. Ed. tehnică, 1951

[2] Hamburger L., Buzdugan Gh.: *Combaterea vibraţiilor în întreprinderi*, Bucureşti, Ed. Academiei R. P. R. 1953.

[3] Buzdugan Gh., Hamburger, Wermescher: *Fundaţii de maşini*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1958.

[4] Grumăzescu N., Stan N., Wegener N.: *Combaterea zgomotului şi vibraţiilor*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1964.

[5] Timoşenko S.: *Théorie des vibrations*, Paris, 1947.

[6] * * * : *Maşinostroiene*, tom 14, Moskva, Maşghiz, 1948.

[7] Rausch E.: *Maschinenfundamente*, Z V D I, nr. 95, 1953.

[8] Buzdugan Gh.: *Măsurarea vibraţiilor mecanice*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1964.

[9] Geiger I.: *Eine genaueres Verfahren zum Berechnen der Biegeschwingungen portalförmiger Bauten*, Z V D I, nr. 98, 1956.

Criterii şi procedee de nivelare a resurselor prin analiza drumului critic

Ing. Simion Lazăr

INCERC

I. INTRODUCERE

Analiza drumului critic (ADC) este o teorie generală a programării şi controlului proiectelor (sarcinilor complexe). În cadrul ADC s-a elaborat o gamă vastă de procedee care au ca obiectiv optimizarea unui parametru sau unui complex de parametri. Parametrii principali, supuşi programării şi controlului, sînt: timpul (duratele), costul, resursele, siguranţa.

Procedeele din clasa ADC/RESURSE au ca obiectiv general elaborarea programelor optime de desfăşurare a proiectelor din punctul de vedere al utilizării raţionale a mijloacelor disponibile: forţă de muncă, bani, materiale, utilaje, spaţiu de producţie etc.

Optimizarea folosirii resurselor pentru un proiect dat este o problemă deosebit de complexă şi de aceea nu poate fi formulată într-un model unic care să cuprindă toate cazurile întîlnite în practică. S-au elaborat diferite modele şi procedee care pot fi încadrate în două subclase principale:

1. Nivelarea resurselor (Resource Leveling). Procedeele din această subclasă au ca scop generarea unui program calendaristic care îndeplineşte condiţia unei repartizări cît mai uniforme a resurselor. Se consideră, de obicei, că programul optim trebuie să satisfacă şi restricţia ca durata totală a proiectului să nu depăşească durata minimă corespunzătoare lungimii drumului critic.

2. Analiza resurselor limitate (Resource Programming şi Resource Allocation). Această subclasă cuprinde procedeele care au ca scop elaborarea unui program unui proiect sau un multiproiect dat — care respectă restricţiile impuse de disponibilul limitat al resurselor. Cu alte cuvinte, resursele disponibile au o anumită eşalonare pe scara timpului, iar programul adoptat trebuie să ţină seamă de aceasta. Se cere ca durata programului adoptat (optim) să fie minimă, adică cît mai scurtă, admiţîndu-se depăşirea duratei corespunzătoare drumului critic. Tehnicile de tip Resource Allocation iau în considerare diferite intensităţi ale resurselor activităţilor, în timp ce procedeele de tip Resource Programming consideră că durata şi resursele asociate unei activităţi sînt fixe.

În esenţă, procedeele din subclasa (1) pun accentul pe repartizarea uniformă a resurselor, iar cele din subclasa (2), pe respectarea disponibilului de resurse de-a lungul execuţiei lucrărilor.

Problema optimizării folosirii resurselor se studiază la INCERC în cadrul temei generale privind aplicarea metodei drumului critic în construcţii. Articolul de faţă cuprinde unele rezultate ale primei faze de studiere a metodelor de nivelare a resurselor şi se referă la problematica generală a tehnicilor de nivelare a resurselor. S-a urmărit în primul rînd evidenţierea diferitelor criterii de optimizare şi, în al doilea rînd, posibilităţile de aplicare a unora din ele (criteriul vîrfului maxim şi cel al abaterii maxime de la un nivel dat).

În vederea unei expuneri unitare (şi a simplificării notaţiilor pentru dezvoltările matematice) se va considera că se analizează o singură resursă exprimată în oameni-zile.

II. STRUCTURA GENERALĂ A METODELOR DE NIVELARE

Fie un proiect P compus din m activităţi. O activitate oarecare o vom nota cu i, deci

$$i = 1, 2, \ldots, m.$$

Fiecare activitate are o durată D_i exprimată în zile lucrătoare. Calendarul activităţii i este

$$d = 1, 2, \ldots, D_i.$$

Unei activităţi i se asociază resursele necesare realizării ei; vom nota cu $M_{i,d}$ numărul de oameni (muncitori) necesari pentru execuţia activităţii i în ziua d. În particular, cînd realizarea activităţii i reclamă o resursă de nivel constant în toate zilele calendarului ei, vom recurge la notaţia M_i.

Datele iniţiale pentru un proiect concret P sînt:

$$I = (G, D_i, M_{i,d}), \tag{1}$$

adică reţeaua, mulţimea duratelor şi resurselor activităţilor. Procedeele ADC de tip Leveling au ca scop găsirea unui program optim ρ_{opt}, adică

$$\rho_{\text{opt}} = \{ s_1^{\text{o}}, s_2^{\text{o}}, \ldots, s_m^{\text{o}} \}, \tag{2}$$

care are proprietatea unei repartizări cît mai uniforme a resurselor. În (2), s_i^{o} este termenul optim de începere a activităţii i.

Programul optim ρ_{opt} trebuie să satisfacă două categorii de restricţii:

a) *Tehnologico-temporale.* Mulţimea acestor restricţii este de forma:

$$s_j - s_i \geqslant D_i, \quad i \ll j, \tag{3}$$

unde s_i şi s_j sînt termenele de începere a activităţii i şi respectiv j; semnul $\ll$ se citeşte „precede direct pe". Tehnologia proiectului este descrisă prin mulţimea relaţiilor de precedenţă directă între activităţi; această tehnologie este reprezentată în rețeaua G. Formula (3) arată că activitatea j nu poate începe decît după terminarea activității direct precedente i.

b) *Disjunctive și cumulative.* Aceste restricții sînt impuse de nivelul mijloacelor disponibile și pot fi formulate atît prin relații de succesiune, cît și prin diferite condiții pe care trebuie să le satisfacă profilul (histograma) resurselor. În problema nivelării, condițiile unei folosiri eficiente a resurselor se exprimă printr-o funcție obiectiv de forma

$$M(t) = \text{opt} \qquad 1 \leqslant t \leqslant T \tag{4}$$

unde

$M(t)$ este profilul resurselor,

t — zilele proiectului,

T — durata totală a proiectului.

Problema nivelării resurselor se poate formula, în mod cu totul general, astfel : fiind dată informația inițială I și restricțiile (3), să se optimizeze funcția $M(t)$. Există două posibilități de a aborda această problemă :

A. Restricțiile (3) generează o mulțime de programe admisibile ; printr-un procedeu oarecare (de obicei, analitic) se caută programul ρ_{opt}, care satisface funcția obiectiv (4).

B. Din mulțimea programelor admisibile generate de restricțiile (3), se alege un program bine determinat ρ_0, pe care îl îmbunătățim succesiv printr-un procedeu euristic pînă obținem fie ρ_{opt}, fie un program foarte apropiat de acesta (acceptabil sau cvasioptim).

Cele mai puternice procedee de tipul A sînt bazate pe programarea liniară în numere întregi. Aceste procedee sînt însă deocamdată prohibitive din cauza volumului mare de calcul. Se speră ([6], [7], [9]) că viitoarele progrese ale programării liniare și / sau ale programării dinamice vor permite elaborarea unor metode aplicabile sub aspect practic.

În prezent se depune un efort stăruitor în direcția elaborării și perfecționării procedeelor de tipul B. Din considerente de ordin practic se alege drept program inițial fie programul minorant, fie cel majorant. Programul minorant este

$$\rho_m = \left\{ s_i^1 \right\}, \tag{5}$$

adică programul alcătuit din mulțimea termenelor minime de începere a activităților. Programul majorant este

$$\rho_M = \left\{ s_i^n \right\}, \tag{6}$$

adică mulțimea termenelor maxime de începere a activităților. Programele ρ_m și ρ_M sînt programele limită care se obțin prin calculațiile curente ADC/TIMP, plecînd de la informația inițială (G, D_i). Aceste două programe au aceeași durată și anume durata minimă T care rezultă din restricțiile (3).

Diferitele procedee euristice de nivelare a resurselor se deosebesc între ele prin :

a) expresia funcției obiectiv (4), care rezultă din criteriul adoptat pentru măsurarea gradului de optimalitate a profilului resurselor ;

b) programul inițial de la care se pornește calculul (ρ_m. ρ_M, un alt ρ_0, o combinație a acestora) ;

c) procedura de alocare (serială sau paralelă) ;

d) operațiile de transformare admisibile, aplicabile programului sau programelor inițiale.

III. ECUAȚIILE NIVELĂRII

În acest paragraf se vor prezenta ecuațiile care permit formularea matematică a problemei nivelării resurselor unui proiect. Expunerea se bazează pe studiul lui Wagner, Giglio și Glaser [7].

Vom considera un proiect P cu datele inițiale (1) care permit stabilirea lui ρ_m, ρ_M și a duratei totale T exprimată în zile lucrătoare. O zi din calendarul proiectului o notăm cu t, deci $t = 1,\ 2. \ldots,\ T$.

O zi din calendarul activității i o notăm cu d, deci

$$d = 1,\ 2. \ldots,\ D_i.$$

Desigur că fiecare activitate are calendarul ei ; activitatea la care se referă ziua d va reieși din context, nefiind necesar să folosim un indice pentru desemnarea ei (de pildă, d_i sau d_j). Programele ρ_m și ρ_M permit stabilirea termenelor de începere admisibile pentru fiecare activitate. De pildă, pentru activitatea i, mulțimea termenelor de începere este

$$\{S_i\} = \left\{ s_i^1,\ s_i^2\ , \ldots,\ s_i^n \right\}, \tag{7}$$

unde s_i^1 și s_i^n sînt termenul minim și respectiv maxim de începere. Un termen oarecare de începere îl notăm cu s ; în general, va reieși din context la ce activitate se referă termenul s. Atragem atenția că este necesar să se evite confuzia între simbolul ρ, care indică un program al proiectului, și simbolul S_i care indică mulțimea termenelor de începere a unei activități oarecare.

a) *Ecuațiile activităților*

Activitatea i poate începe în una din zilele $s \in \{S_i\}$. Adoptînd notația

$$X_{is} = \begin{cases} 1, & \text{dacă activitatea va fi programată în ziua } s, \\ 0, & \text{în cazul contrar,} \end{cases} \tag{8}$$

ecuațiile activităților au următoarea formă :

$$\sum_{s \in \{S_i\}} X_{is} = 1, \quad (i = 1,2, \ldots, m). \tag{9}$$

De exemplu, dacă activitatea nr. 23 ($i = 23$) are termenul minim de începere 82, adică $s_{23}^1 = 82$, iar termenul maxim de începere 85, adică $s_i^4 = 85$ atunci (7) devine

$$\{S_{23}\} = \{82,\ 83,\ 84,\ 85\},$$

iar relația (9) are forma

$$X_{23,82} + X_{23,83} + X_{23,84} + X_{23,85} = 1.$$

b) *Ecuațiile restricțiilor tehnologico-temporale*

Programul minorant se calculează cu algoritmul

$$s_j^1 = \begin{cases} 0 & j = 1 \\ \max\ (s_1^1 + D_i), & j = 2, \ldots, m. \end{cases} \tag{10}$$

iar programul majorant, cu algoritmul

$$s_i^n = \begin{cases} s_i^1 & i = m \\ \min\ (s_j^n - D_i), & i = 1, \ldots, (m-1). \end{cases} \tag{11}$$

Considerînd activitatea i și mulțimea j a activităților direct succesoare, rezultă următoarea ecuație a restricțiilor tehnologico-temporale corespunzătoare lui (10) și (11) :

$$\sum_{s \in \{S_j\}} sX_{js} - \max_{(i,j) \in G} \left[\sum_{s \in \{S_i\}} sX_{is} + D_i \right] = 0 \tag{12}$$

$$i = 1, \ldots, (m-1),$$
$$j = 2, \ldots, m.$$

În cazul cînd există o singură activitate i direct precedentă activității j, atunci (12) capătă forma

$$\sum_{s \in \{S_j\}} sX_{js} - \sum_{s \in \{S_i\}} sX_{is} - D_i = 0. \tag{13}$$

Ca exemplu vom considera activitățile $i = 23$ (cu datele de la punctul (a) și cu $D_{23} = 5$) și $j = 24$ cu termenele de începere

$$\{S_{24}\} = \{87,\ 88,\ 89,\ 90\}.$$

Aceste date numerice ne permit să exprimăm relația (13) astfel :

$$87\ X_{24.87} + 88\ X_{24.88} + 89\ X_{24.89} + 90\ X_{24.90} - 82\ X_{23.82} -$$
$$- 83\ X_{23.83} - 84\ X_{23.84} - 85\ X_{23.85} - 5 = 0.$$

Pentru un proiect P dat, numărul relațiilor (12) este egal cu numărul relațiilor de precedență directă existente între activitățile sale.

c) *Ecuațiile resurselor*

Vom admite, așa cum s-a mai spus, că proiectul P necesită un singur tip de resursă și anume muncitori. Numărul de muncitori necesari în ziua t din calendarul proiectului este

$$M(t) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{s\in\{S_i\}} M_{i,t-s+1}\, X_{is}. \tag{14}$$

În relația (14) indicele $(t - s + 1)$ reprezintă o zi d din calendarul activității i. Numărul de muncitori $M_{i,d}$ în fiecare zi din calendarul activității este, evident, cunoscut. Dacă $d > D_i$ atunci $M_{i,d}$ este egal cu zero. Formal, aceasta revine la

$$M_{i,d} = \begin{cases} \text{manopera necesară în ziua } d, \text{ dacă } 1 \leqslant d \leqslant D_i \\ 0 \qquad\qquad \text{în cazul contrar.} \end{cases} \tag{15}$$

Cunoscînd valorile $M(t)$ pentru $t = 1, \ldots, T$, adică pentru fiecare zi din calendarul proiectului, putem calcula variația zilnică $V(t)$ a necesarului de resurse :

$$V(t) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{s\in\{S_i\}} V_{i,t-s+1}\, X_{is}, \tag{16}$$

unde

$$V_{i,d} = M_{i,d} - M_{i,d+1}.$$

IV. CRITERII DE NIVELARE

Din punctul de vedere al nivelării resurselor, *programul optim absolut* satisface următoarea condiție :

$$M(1) = M(2) = \ldots = M(T) = \overline{M}, \tag{17}$$

adică necesarul de muncitori este constant în toate zilele calendarului proiectului. Deci modelul matematic al nivelării resurselor poate fi exprimat prin :

$$X_{is} = \begin{cases} 1, \text{ dacă activitatea } i \\ \quad \text{începe în ziua } s, \\ 0, \text{ în cazul contrar} \end{cases} \qquad (i = 1, \ldots, m) \tag{18 a}$$

$$\sum_{s\in\{S_i\}} X_{is} = 1, \qquad (i = 1, \ldots, m) \tag{18 b}$$

$$\sum_{s\in\{S_j\}} sX_{js} - \max_{(i,j)\in G} \left[\sum_{s\in\{S_i\}} sX_{is} + D_i \right] = 0, \quad \begin{array}{l} i = 1, \ldots, (m-1) \\ j = 2, \ldots, m \end{array} \tag{18 c}$$

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{s\in\{S_i\}} M_{i,t-s+1}\; X_{i,s} = \overline{M} \qquad \begin{array}{l} t = 1, \ldots, T \\ \overline{M} = \text{întreg.} \end{array} \tag{18 d}$$

În modelul de mai sus $\overline{M}$ este o constantă care are valoarea

$$\overline{M} = \frac{\sum_{i=1}^{m} \sum_{d=1}^{D_i} M_{i,d}}{T} \tag{19}$$

unde

$M_{i,d}$ are sensul definit în (15),

Relațiile (18a), (18b) și (18c) reproduc pe (8), (9) și respectiv (12); relația (18d) corespunde relațiilor (14) și (17).

Modelul (18) poate fi utilizat numai cu condiția ca mulțimea programelor admisibile să conțină un program optim absolut. Această condiție are însă o probabilitate de realizare foarte mică, deoarece restricțiile sînt extrem de severe.

Tabela 1

Nr. crt.	Criteriul (funcția obiectiv)		Caracteristicile criteriului	Dezavantaje	OBS.
	Descriere	Simbol			
1	Maximizarea factorului de utilizare	Max F	Liniar, local	Insensibilitate față de îmbunătățirile posibile în afara zonei vîrfului	Battersby [1]
2	Minimizarea sumei variațiilor absolute	$\text{Min} \sum_{t=1}^{T-1} (G_t + H_t)$	Liniar, global	Insensibilitate la depistarea vîrfurilor	Wagner [7]
3	Minimizarea sumei variațiilor pozitive	$\text{Min} \sum_{t=1}^{T-1} G_t$	Liniar, semiglobal	Insensibilitate la manifestările lui H_t	Idem
4	Minimizarea sumei deviațiilor absolute de la medie	$\text{Min} \sum_{t=1}^{T} (K_t + L_t)$	Liniar, global	Insensibilitate la modificări care afectează zonele de același semn	Idem
5	Minimizarea valorii maxime (vîrfului)	Min U	Liniar, local	Insensibilitate la modificările profilurilor cu același U	Idem
6	Minimizarea variației maxime	Min Δ	Liniar, local	Insensibilitate la modificările profilurilor cu același Δ	Idem
7	Minimizarea deviației maxime de la medie	Min π	Liniar, local	Insensibilitate față de modificări care nu afectează pe π	—
8	Minimizarea sumei pătratelor variațiilor	$\text{Min} \sum_{t=1}^{T-1} (G_t^2 + H_t^2)$	Patratic, global	Insensibilitate la depistarea lățimii vîrfurilor	—
9	Minimizarea sumei pătratelor deviațiilor la medie	$\text{Min} \sum_{t=1}^{T} (K_t^2 + L_t^2)$	Idem	Sensibilitate mare față de profilurile de valoare aproximativ egală	—
10	Minimizarea sumei pătratelor necesităților zilnice	$\text{Min} \sum_{t=1}^{T} M(t)^2$	Idem	—	Burgess [3]

Vom da exemple care ilustrează aplicabilitatea restrînsă a modelului (18). Dacă de pildă, necesarul total al resurselor unui proiect este 91 oameni - zile şi $T = 9$, atunci (18) nu este realizabil, deoarece $\overline{M} = 91/9$ nu este întreg. Să presupunem că $\overline{M}$ este un întreg, de exemplu $M(t) = 81$ şi $T = 9$, deci $\overline{M} = 9$; dacă, în acest caz, există însă numai o singură activitate iniţială cu $M_{i,a} = (5, 5, 5)$, atunci

$$M(1) = M(2) = M(3) = 5$$

şi deci condiţia $M(t) = 9$ nu poate fi satisfăcută. Modelul (18) nu se poate aplica nici în cazul cînd există o activitate cu $M_{i,a} > \overline{M}$.

Cele de mai sus scot în evidenţă necesitatea de a găsi un ansamblu de proprietăţi care să definească profilul optim indiferent dacă acesta are o alură ideală (o paralelă la axa x-ilor) sau nu. Aceasta revine la stabilirea unor criterii care să permită alegerea profilului ,,cel mai bun'' din două sau mai multe profiluri admisibile. În general, orice criteriu de optimizare trebuie să ducă la alegerea profilului optim absolut (adică un profil de nivel constant) atunci cînd datele proiectului sînt compatibile cu o asemenea soluţie.

În tabela 1 se prezintă 10 criterii de optimizare a nivelului unui profil de resurse. Fiecare dintre aceste criterii formează o funcţie obiectiv, care permite înlocuirea ecuaţiei (18d) printr-o condiţie mai puţin severă. În continuare se vor examina aceste criterii.

IV.1. Criteriul maximizării factorului de utilizare

Figura 1 reprezintă profilul resurselor aferent unui program compatibil cu restricţiile proiectului. Totalul resurselor utilizate este

$$3 \cdot 50 + 3 \cdot 80 + 3 \cdot 100 + 3 \cdot 90 + 4 \cdot 80 + 4 \cdot 70 =$$
$$= 1560 \text{ oameni-zile.}$$

Întrucît organizaţia care execută proiectul are salariaţi permanenţi este necesar ca numărul muncitorilor disponibili să satisfacă vîrful de producţie. Prin urmare trebuie să existe un disponibil de 100 de muncitori pe zi, adică în total

$$100 \times 20 = 2000 \text{ muncitori-zile.}$$

Factorul de utilizare este prin definiţie

$$F = \frac{\text{cantitatea totală de resurse utilizate}}{\text{cantitatea totală de resurse disponibile}} \tag{20}$$

Pentru exemplul nostru rezultă:

$$F = \frac{1560}{2000} = 0{,}78.$$

Optimul absolut corespunde cu valoarea 1 a factorului F. Optimizarea unui program de lucru din punctul de vedere expus mai sus corespunde unei maximizări a factorului de utilizare. Acest criteriu se exprimă:

$$F = \max. \tag{21}$$

Relaţia (20) se poate scrie:

$$F = \frac{\sum_{t=1}^{T} M(t)}{UT}, \tag{22}$$

unde U este necesarul maxim (în figura 1 avem $U = 100$). Deci criteriul (21) capătă forma

$$\frac{\sum_{t=1}^{T} M(t)}{UT} = \max. \tag{23}$$

Criteriul (23) poate fi exprimat sub formă liniară. Observăm că $\sum M(t)/T$ este tocmai valoarea medie $\overline{M}$, deci o constantă. Ca atare se obţine acelaşi rezultat, dacă se aplică criteriul

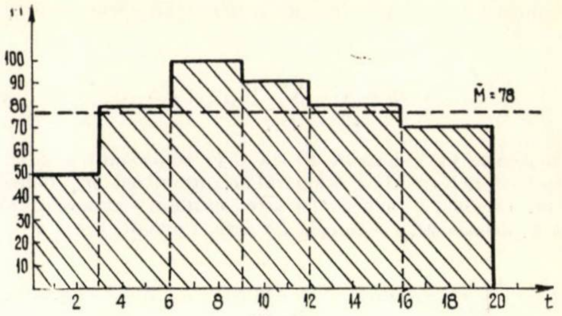


Fig. 1

$$U = \min. \tag{24}$$

Criteriul (23) nu este sensibil la îmbunătăţirile posibile în afara zonei vîrfului. De pildă, profilurile 2a şi 2b au aceeaşi valoare a criteriului, însă 2b este evident ,,mai bun''.

IV.2. Criteriul minimizării sumei variaţiilor absolute

Vom nota:

G_t — numărul de muncitori cu care creşte necesarul total în ziua t;

H_t — numărul de muncitori cu care descreşte necesarul total în ziua t.

Atunci subzistă relaţiile

$$V(t) + G_t - H_t = 0. \quad (t = 1, \ldots, T - 1), \tag{25}$$

unde

$$G_t \geqslant 0 \text{ şi } H_t \geqslant 0.$$

Variaţia, în valoare relativă, a necesarului între zilele t şi $(t + 1)$ este

$$G_t - H_t,$$

Rezultă următorul criteriu:

$$\sum_{t=1}^{T-1} (G_t + H_t) = \min. \tag{26}$$

Pentru exemplificare ne vom referi la figura 1. De pildă, în ziua a 12-a avem

$$V(12) = 90 - 80 = 10,$$
$$G_{12} = 0,$$
$$H_{12} = 10.$$

Pentru $t = 12$, relaţia (25) se scrie astfel:

$$10 + 0 - 10 = 0.$$

Valoarea relativă a variaţiei se calculează în felul următor:

$$G_t - H_t = 0 - 10 = -10.$$

Valoarea criteriului (26) pentru profilul din figura 1 este

$$\sum_{t=1}^{T-1} (G_t + H_t) = G_3 + G_6 + H_9 + H_{12} + H_{16}$$
$$= 30 + 20 + 10 + 10 + 10$$
$$= 80 \text{ muncitori.}$$

Criteriul (26) este un criteriu global în sensul că înregistrează variaţiile profilului resurselor pe întreg intervalul de execuţie a proiectului.

Criteriul (26) nu este sensibil la depistarea vîrfului şi nu acţionează eficient pentru aplatizarea profilului resurselor. De pildă, profilurile din figura 3a şi 3b au aceeaşi valoare a criteriului:

$$\sum_{t=1}^{T-1} (G_t + H_t) = 6 \text{ muncitori.}$$

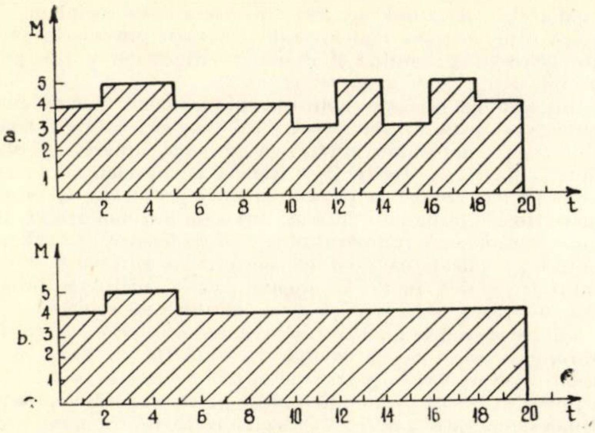


Fig. 2

Profilul din figura 3b poate fi considerat însă ,,mai bun'' decît cel din figura 3a, deoarece are un factor de utilizare mai mare.

IV.3. Criteriul minimizării sumei variaţiilor pozitive

Acest criteriu pune pe primul plan evitarea eventualelor greutăţi legate de mărimea numărului de muncitori (a resurselor, în general) pe parcursul desfăşurării proiectului. El se exprimă

$$\sum_{t=1}^{T-1} G_t = \min. \qquad (27)$$

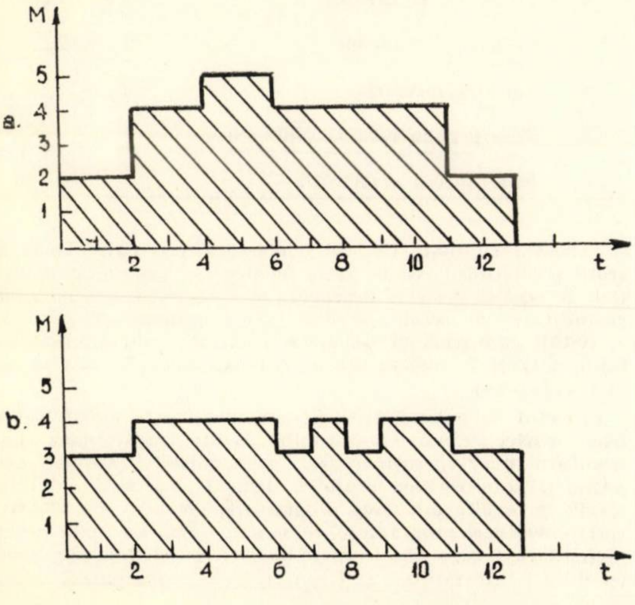
Este evident că acest criteriu prezintă dezavantajele criteriului (26) şi, în plus, pe acelea legate de neluarea în consideraţie a comportării variaţiilor H_t. Criteriul (27) prezintă pe de altă parte avantajul unui volum de calcul redus.

IV.4. Criteriul minimizării sumei deviaţiilor absolute de la medie

Valoarea medie zilnică a necesarului de muncitori este dată de formula (19). O altă expresie a lui $\overline{M}$ este

$$\overline{M} = \frac{\sum_{t=1}^{T} M(t)}{T} \qquad (28)$$

Fig. 3



Vom nota cu $K_t \geqslant 0$ şi cu $L_t \geqslant 0$ creşterea, respectiv descreşterea, necesarului faţă de medie în ziua t. Rezultă

$$M(t) - K_t + L_t = \overline{M} \qquad t = 1, \dots, T. \qquad (29)$$

Obţinem următorul criteriu de optimizare:

$$\sum_{t=1}^{T} (K_t + L_t) = \min. \qquad (30)$$

Referindu-ne la figura 1 se constată că media zilnică a necesarului de muncitori este

$$\overline{M} = \frac{\Sigma M(t)}{T} = \frac{1560}{20} = 78 \text{ muncitori}.$$

Relaţia (29), pentru $t = 12$, devine:

$$90 - 12 + 0 = 78 \text{ muncitori}.$$

Valoarea criteriului (30) pentru profilul din figura 1 este

$$\sum_{t=1}^{T} (K_t + L_t) = 3\cdot 28 + 3\cdot 2 + 3\cdot 22 + 3\cdot 12 + 4\cdot 2 + 4\cdot 8 =$$

$$= 232 \text{ muncitori}.$$

Criteriul (30) nu este sensibil la modificări care antrenează numai zonele de acelaşi semn (adică zona de deasupra şi de dedesubtul liniei medii). De pildă, dacă profilul din figura 1 ar putea fi transformat în profilul din figura 4, criteriul are aceeaşi valoare (232 muncitori), deşi în mod evident profilul din figura 4 este mai favorabil, deoarece are un factor de utilizare mai bun.

IV.5. Criteriul minimizării vîrfului necesarului de resurse

Notînd cu U vîrful (valoarea maximă) a necesarului de resurse pentru un profil dat, atunci

$$M(t) - U \leqslant 0. \qquad t = 1, \dots, T \qquad (31)$$

deoarece $U > 0$,
Criteriul se exprimă astfel:

$$U = \min. \qquad (32)$$

Profilul din figura 1 are $U = 100$ muncitori.
Criteriul acesta consideră că două profiluri cu acelaşi U au acelaşi grad de optimalitate. Deci criteriul este insensibil la modificări ale profilului care menţin valoarea lui U.

IV.6. Criteriul minimizării variaţiei maxime

Acest criteriu exprimă necesitatea de a se evita variaţiile mari ale necesarului de resurse. Notînd cu Δ variaţia maximă (în figura 1, Δ este egal cu 30 muncitori şi are loc în ziua a treia), rezultă următorul criteriu:

$$\Delta = \min. \qquad (33)$$

Aplicînd criteriul (33), obţinem aceeaşi valoare pentru mulţimea profilurilor cu acelaşi Δ, deci nu se pot distinge diverse grade de optimalitate pentru profilurile aparţinînd acestei mulţimi.

IV.7. Criteriul minimizării abaterii maxime de la medie

Deviaţia maximă de la medie permite de asemenea evaluarea optimalităţii unui profil. Notînd acest parametru cu π, rezultă criteriul

$$\pi = \min. \qquad (34)$$

Profilul din figura 1 are $\pi = 28$ muncitori. Criteriul (34) este asemănător cu criteriile (32) şi (33).

IV.8. Criteriul minimizării sumei patratelor variaţiilor

Acest criteriu se exprimă:

$$\sum_{t=1}^{T-1} (G_t^2 + H_t^2) = \min. \qquad (35)$$

El prezintă o asemănare cu criteriul (26), însă are avantajul că depistează vîrfurile din profil. De pildă, pentru profilurile din figura 3, criteriul (26) dădea aceeaşi valoare. Aplicînd (35) obţinem pentru figura 3 a valoarea 10, iar pentru figura 3 b valoarea 6. Deci criteriul (35) este mai puternic decît criteriul (26).

IV.9. Criteriul minimizării sumei patratelor deviaţiilor de la medie

Exprimînd sub o formă patratică criteriul (30) se obţine criteriul:

$$\sum_{t=1}^{T} (K_t^2 + L_t^2) = \min. \tag{36}$$

Acest criteriu este mai puternic decît (30), deoarece este sensibil la modificările ce pot interveni în zonele de acelaşi semn. Aşa cum s-a arătat la IV.4, profilul din figura 1 şi cel din figura 4 au aceeaşi valoare a criteriului (30). Criteriul (36) depistează îmbunătăţirea realizată la profilul din figura 4 faţă de profilul din figura 1.

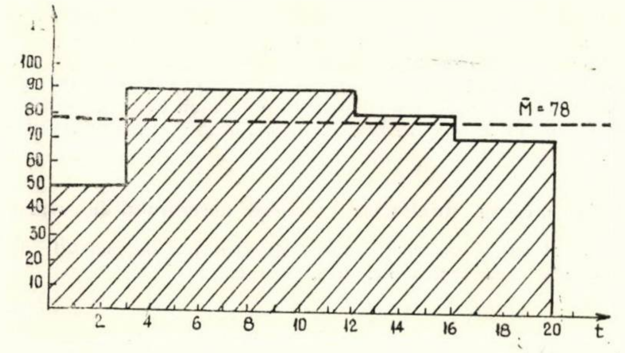


Fig. 4

IV.10. Criteriul minimizării sumei patratelor necesităţilor zilnice

Criteriul acesta, propus de Burgess şi Killebrew [3], este deosebit de eficace, fiind considerat în prezent drept cel mai potrivit pentru aplicaţiile practice. El are enunţul:

$$\sum_{t=1}^{T} M(t)^2 = \min. \tag{37}$$

Descrierea modului de utilizare a criteriului lui Burgess-Killebrew se găseşte în [3] şi în manualele mai dezvoltate referitoare la procedeele analizei drumului critic (de pildă, [5]).

* * *

Din cele 10 criterii de mai sus, unele se exprimă prin funcţii obiectiv liniare (primele 7), iar altele prin funcţii obiectiv patratice (ultimele 3). În tabela 1 se indică pentru fiecare criteriu caracteristica sa locală sau globală. Criteriile globale au o eficienţă mai ridicată, deoarece cuprind informaţii referitoare la întregul interval de variaţie al variabilei t. În general, sînt mai eficiente criteriile patratice şi globale.

V. METODE ANALITICE PENTRU NIVELAREA RESURSELOR

Problema nivelării resurselor unui proiect poate fi abordată analitic prin trei instrumente:

a) programare liniară (respectiv patratică);
b) programare dinamică;
c) metode funcţionale.

Metodele de tipul (b) sînt de domeniul viitorului, deoarece în prezent această cale nu a fost studiată, însă structura generală a problemei lasă să se întrevadă posibilităţi promiţătoare.

Metodele de tipul (c) sînt într-un stadiu incipient: ele oferă o perspectivă mai favorabilă pentru procedeele de tip Resource Programming şi Resource Allocation şi mai puţin promiţătoare pentru Leveling.

În ceea ce priveşte aplicarea programării liniare există lucrări valoroase, în special cea a lui Wagner, Giglio şi Glaser [7]. Aceşti autori au studiat programele liniare, avînd ca funcţii obiectiv criteriile 2—6 (tabela 1). Nivelarea resurselor unui proiect revine la rezolvarea unei probleme de programare liniară în numere întregi. Aşa cum am mai arătat, amploarea problemei (numărul restricţiilor) face ca nici cele mai puternice calculatoare să nu permită o rezolvare într-un timp acceptabil. În [7] se propune să se utilizeze programarea liniară obişnuită şi să se rotunjească soluţiile.

Dintre metodele analitice, programarea liniară are cele mai apropiate şanse ca să devină instrumentul de bază în nivelarea resurselor. În prezent însă, nici o metodă analitică nu a reuşit să treacă peste dificultăţile pe care le ridică „bariera dimensionalităţii", adică bariera ridicată de numărul imens de variabile ale problemelor de nivelare.

VI. METODE EURISTICE PENTRU NIVELAREA RESURSELOR

În paragraful II s-a arătat că procedeele euristice au o caracteristică generală comună: se porneşte de la un program admisibil şi acesta este îmbunătăţit succesiv. Regulile după care se realizează procesul de îmbunătăţire depind de: a) funcţia obiectiv, b) programul de pornire, c) procedura de alocare, d) operaţiile de transformare aplicate, e) alte caracteristici.

Tabela 2

Nr. crt.	Programe de pornire
1	ρ_m
2	ρ_M
3	ρ_m şi ρ_M
4	ρ_m, ρ_M şi alte ρ_0

Tabela 3

Nr. crt.	Operaţii admisibile (pentru activităţi)	
1	Translaţie la dreapta	$T_p = T_m$
2	Translaţie la dreapta	$T_p > T_m$
3	Varierea resurselor	$T_p \leqslant T_m$
4	Varierea resurselor	$T_p > T_m$
5	Recurgere la resurse suplimentare	
6	Întreruperea activităţii	

Tabela 1 cuprinde 10 funcţii obiectiv (criterii). Tabela 2 arată posibilităţile ce le avem la alegerea programului iniţial. În ceea ce priveşte procedura de alocare, deosebim două posibilităţi: 1) *metoda paralelă* (se examinează grupuri de activităţi care reclamă resursa respectivă pe un interval de timp dat) şi 2) *metoda serială* (se examinează activităţile una cîte una).

Procesul de îmbunătăţire a unui profil este alcătuit din transformări succesive admisibile. Aceste transformări sînt rezultatul unor operaţii aplicate activităţilor. Tabela 3 cuprinde lista operaţiilor posibile. Prin T_p s-a notat durata totală ce rezultă din noua programare, iar prin T_m, durata corespunzătoare programului minorant. Cazul cel mai simplu revine la aplicarea unei singure operaţii admisibile şi anume operaţia 1. Operaţiile 3 şi 4 constau în schimbarea necesarului de resurse al unei activităţi ca urmare a scurtării (urgentării) sau lungirii duratei D_i. Fiecare din operaţiile 2—4 cuprinde operaţiile precedente. Operaţia 5 este independentă de celelalte şi are următorul sens : pentru o anumită activitate se recurge la resurse suplimentare (ore peste program, intensificarea muncii), astfel încît realizarea unei părţi din acea activitate nu mai reclamă alţi muncitori decît cei necesari pentru partea de activitate executată cu resurse normale.

Avînd în vedere că există cel puţin 10 criterii de optim, 4 posibilităţi de alegere a programului iniţial, 2 proceduri de alocare şi 6 operaţii admisibile, care pot fi adoptate, rezultă o gamă extrem de variată de procedee euristice posibile. Trebuie să subliniem că se pot introduce şi alte posibilităţi (în afara celor expuse) care să imprime procedeului euristic calităţi superioare în ceea ce priveşte depistarea programelor valoroase. Ţinînd seamă numai de caracteristicile arătate mai sus, putem proceda la o codificare a procedeelor euristice. Codul va fi format din patru grupe de numere şi anume (a ; b ; c ; d). De pildă codul

(5 ; 1 ; 2 ; 1, 6)

reprezintă un procedeu euristic bazat pe funcţia de optim min U, program de pornire ρ_m, metodă serială şi operaţii admisibile nr. 1 şi 6.

Ca exemple de posibilităţi de construire a unor procedee euristice, care nu sînt cuprinse în mulţimea procedeelor codificate mai sus, cităm : introducerea unor rutine complicate de alocare (de pildă, de tipul acelora folosite de Wiest în procedeul SPAR [9]), desfăşurarea procesului de îmbunătăţire prin tehnici diferite (pe grafice Gantt, pe tabele matriciale, pe reţele la scara timpului etc.), conducerea procesului de îmbunătăţire prin algoritme rigide sau cu intervenţia în anumite etape a analistului, diferite tipuri de ordonări ale activităţilor în procesul de alocare etc.

În continuare vom prezenta două procedee euristice de nivelare a resurselor. Aceste procedee pot fi aplicate cu succes la rezolvarea problemelor practice. Totodată subliniem că ele vor fi supuse în viitorul apropiat unui studiu aprofundat în vederea perfecţionării şi algoritmizării lor. Pentru identificare şi pentru a le distinge de alte procedee publicate în literatura de specialitate, le vom numi : ADC/RESURSE-1 şi ADC/RESURSE-2.

VII. PROCEDEUL ADC/RESURSE-1

Procedeul euristic ADC/RESURSE-1 are următoarele caracteristici :

— funcţia obiectiv : min U ;

— programul de pornire : ρ_m pentru ciclul 1 şi ρ_M pentru alte cicluri (dacă ciclurile efectuate nu dau rezultate satisfăcătoare) ;

— procedura de alocare : paralelă ;

— operaţii admise : translaţie în limita rezervei totale şi, eventual, întreruperea activităţii.

Procesul de calcul se desfăşoară astfel :

1. Se calculează ρ_m şi ρ_M ; se obţin termenele minime de începere ale activităţilor, rezervele totale şi durata totală a proiectului.

2. Se întocmeşte matricea (tabela) resurselor din figura 6. Se calculează vîrful minim al resurselor ($U_{\min}$).

3. Se reface tabela resurselor, ordonînd activităţile în ordinea rezervelor crescătoare.

4. Se alocă resursele obligate (ale activităţilor critice şi ale celorlalte activităţi).

5. Se începe alocarea resurselor neobligate începînd cu ziua $t = 1$ astfel ca max $M(t) = U_{\min}$.

6. Dacă 5 nu dă satisfacţie, se începe un nou ciclu. Ciclurile 2, 3 etc. pot fi : variante ale ciclului 2, noi procese de alocare pornind de la ρ_M, alocări cu sens $T \rightarrow 1$, alocări cu sens $m \rightarrow 1$ (m fiind ultima activitate) etc.

7. Dacă 5 şi 6 nu dau satisfacţie, se repetă aceste faze cu max $M(t) = U_{\min}+1$ şi în continuare cu max $M(t) = U_{\min} + 2$ etc.

Exemplul 1

Ca exemplu vom considera reţeaua MPM din figura 5. Reţeaua conţine opt activităţi ; activităţile iniţiale şi finale nu au fost numerotate, dar au fost notate cu x (începere) şi z (fine). În dreptul fiecărui nod (activităţi) s-au înscris două numere : durata şi resursa necesară. Aplicăm algoritmul de mai sus.

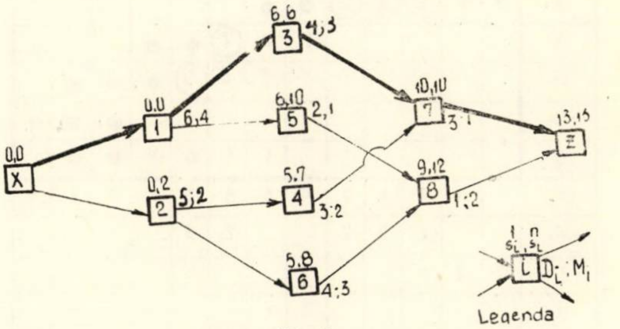


Fig. 5

1. Calculăm ρ_m (adică termenele minime de începere) şi ρ_M (termenele maxime de începere). Aceste date sînt înscrise deasupra nodurilor în figura 5.

2. Întocmim tabela resurselor (figura 6). La partea de sus a tabelei este scris calendarul proiectului ($t = 1. \ldots. T$; coloana din dreapta tabelei conţine lista de activităţi ($i = 1, \ldots, m$). Căsuţele tabelei se completează astfel :

$$\{i, t\} = \begin{cases} M_i, \text{ dacă programul } \rho_m \text{ prevede execuţia activităţii } i \text{ în ziua } t; \\ \bullet, \text{ dacă programul } \rho_M \text{ prevede execuţia lui } i \text{ în ziua } t, \text{ dar aceasta nu este prevăzută în } \rho_m; \\ -, \text{ în celelalte cazuri.} \end{cases}$$

i \ t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	4	4	4	4	4	4							
2	2	2	2	2	2	●	●						
3							3	3	3	3			
4						2	2	2	●	●			
5							1	1	●	●	●	●	
6						3	3	3	3	●	●	●	
7											1	1	1
8										2	●	●	●
M(t)	6	6	6	6	6	9	9	9	6	5	1	1	1,

Fig. 6

În ultima linie a tabelei se calculează $M(t)$, adunînd pe verticală resursele prevăzute în fiecare zi. Calculăm pe $U_{\min}$ după formula

$$U_{\min} = \begin{cases} \overline{M}, \text{ dacă} \overline{M} \text{ este întreg,} \\ [\overline{M}] + 1, \text{ în cazul contrar.} \end{cases} \qquad (38)$$

Valoarea lui $\overline{M}$ este dată de formula (28). Paranteza dreaptă din formula (38) arată că se ia partea întreagă a lui $\overline{M}$. În exemplul nostru rezultă

$$\overline{M} = \frac{\sum M(t)}{T} = \frac{6+6+6+6+9+9+9+6+5+1+1+1}{13} =$$

$$= \frac{71}{13} = 5{,}46,$$

t i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	4	4	4	4	4	4							
3							3	3	3	3			
7											1	1	1
2	2	2	②	②	②	●	●						
4						2	2	②	●	●			
6						3	3	3	③	●	●	●	
8										2	●	●	●
5							1	1	●	●	●	●	
cr.	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	1	1	1
obl.			2	2	2			2	3				
2	2	2											
4						2	2						
5							1	1					
6										3	3	3	
8											2		
M(t)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	1

Fig. 7

deci

$$U_{\min} = [5{,}46] + 1 = 5 + 1 = 6 \text{ muncitori.}$$

3. Refacem tabela din figura 6 ordonînd activitățile în ordinea rezervelor crescătoare și obținem figura 7.

4. Alocăm resursele obligate. Mai întîi scriem, după ultima linie a listei activităților, resursele activităților critice. Apoi încercuim resursele obligate ale celorlalte activități. De pildă, activității nr.2 i se alocă obligatoriu cîte 2 muncitori în zilele 3, 4 și 5, deoarece, oricum am deplasa această activitate, zilele amintite vor fi cuprinse în calendarul activității.

5. Începem alocarea resurselor neobligate. În ziua 1, pentru a obține $M(1) = 6$, trebuie să alocăm 2 muncitori la activitatea 2; deci scriem, în coloana i, activitatea (2) și în ziua 1 cantitatea de resursă 2. După cum se vede din tabelă, ordinea activităților în procesul de alocare este: (2), (4), (5), (6), (8). Alocarea se face prin examinarea, în fiecare zi t, a tuturor activităților ce reclamă resurse în ziua respectivă; se alocă acelei activități care conduce la un $M(t)$ egal cu 6, deoarece știm că profilul optim va avea $U = 6$ și că totodată în unele zile $M(t)$ va fi mai mic decît 6.

6. Deoarece am obținut un profil optim după criteriul min U nu mai este necesar un nou ciclu. Profilul optim este dat cifric în figura 8 și grafic în figura 9.

Exemplul 2

Vom aplica același procedeu la o rețea alcătuită din activități cu resurse variabile în diferitele zile ale calendarului activității.

În rețeaua CPM din figura 10 s-a înscris sub arce durata activității, iar deasupra arcelor, resursele necesare în fiecare zi a calendarului activității. Profilul resurselor aferent programului minorant este desenat în figura 11.

În figura 12 s-a alcătuit tabela resurselor. Calculăm pe $U_{\min}$

$$\overline{M} = \frac{\sum M(t)}{T} = \frac{14+12+13+17+8+10+9+5}{8} = 11,$$

deci

$$U_{\min} = 11 \text{ muncitori.}$$

Alocarea resurselor este organizată în figura 13 și rezultă un program optim absolut cu $\overline{M} = 11$. Profilul optim este desenat în figura 14.

t i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	4	4	4	4	4	4							
2	2	2	2	2	2								
3							3	3	3	3			
4						2	2	2					
5							1	1					
6									3	3	3	3	
7											1	1	1
8											2		
M(t)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	1

Fig. 8

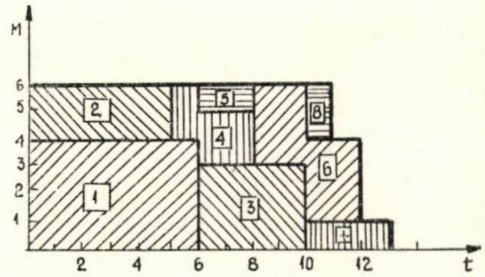


Fig. 9

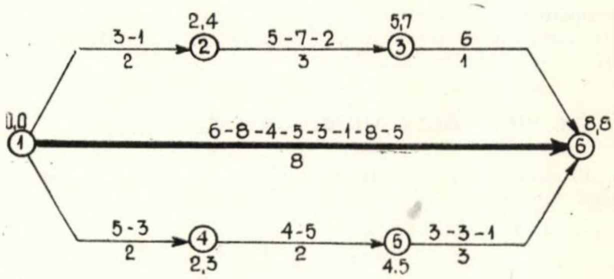


Fig. 10

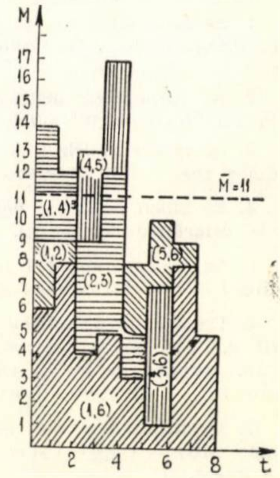


Fig. 11

t		2		4		6		8
(i,j)	1		3		5		7	
(1,6)	6	8	4	5	3	1	8	5
(1,4)	5	3	●					
(4,5)			4	5	●			
(5,6)					3	3	1	●
(1,2)	3	1	●	●				
(2,3)			5	7	2	●	●	
(3,6)						6	●	●
M(t)	14	12	13	17	8	10	9	5

Fig. 12

VIII. PROCEDEUL ADC/RESURSE-2

Al doilea procedeu pe care îl propunem este asemănător cu acela descris la paragraful VII, însă funcţia obiectiv este min π.

Procesul de alocare se desfăşoară astfel:

1. Ca la procedeul ADC/RESURSE-1.
2. Se întocmeşte tabela resurselor (modelul din figura 6). Cunoscînd $M(t)$ pentru programul minorant, se calculează $\overline{M}$ după formula (28).
3. Ca la procedeul ADC/RESURSE-1,
4. Idem.
5. Se începe alocarea resurselor începînd cu ziua $t = 1$ astfel ca π = min.
6. Ca la procedeul ADC/RESURSE-1.

Fig. 13

t		2		4		6		8
(i,j)	1		3		5		7	
(1,6)	6	8	4	5	3	1	8	5
(1,4)	5	3						
(4,5)			4	5				
(5,6)					3	3	1	
(1,2)			3	1				
(2,3)					5	7	2	
(3,6)								6
cr.	6	8	4	5	3	1	8	5
(1,4)	5	3						
(4,5)			4	5				
(1,2)			3	1				
(5,6)					3	3	1	
(2,3)					5	7	2	
(3,6)								6
M(t)	11	11	11	11	11	11	11	11

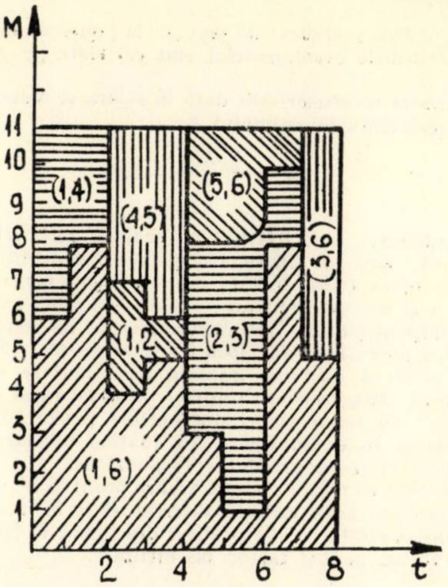


Fig. 14

		2		4		6		8		10		12	
	1		3		5		7		9		11		13
1	4	4	4	4	4	4							
3							3	3	3	3			
7											1	1	1
2	2	2	②	②	②	●	●						
4						2	2	②	●	●			
6						3	3	3	③	●	●	●	
8										2	●	●	●
5							1	1	●	●	●	●	
cr.	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	1	1	1
obl.			②	②	②			②	③				
	4	4	6	6	6	4	3	5	6	3	1	1	1
2	2	2											
4						2	2						
6										3	3	3	
5											1	1	
8													2
M(t)	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	5	5	3

Fig. 15

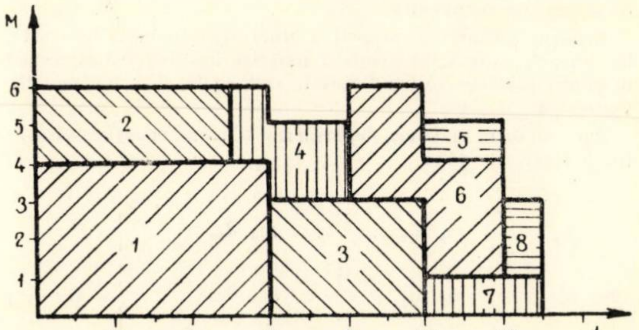


Fig. 16

Exemplul 3

Vom aplica procedeul de mai sus la proiectul din figura 5.

1. Termenele evenimentelor sînt calculate pe rețeaua din figura 5.

2. Tabela resurselor este dată în figura 6. Valoarea lui $\overline{M}$ a fost calculată în exemplul 1:

$$\overline{M} = \frac{\Sigma M(t)}{T} = 5{,}46.$$

3. Ordonarea activităților în ordinea rezervelor crescătoare este dată în figura 15 (partea încadrată).

4. În figura 15 se alocă resursele obligate pentru activitățile 2, 4 și 6; apoi adunăm totalul resurselor obligate.

5. Începem alocarea resurselor, ceea ce ne conduce la următoarea succesiune de alocare: (2), (4), (6), (5), (8). Deoarece știm că abaterea minimă posibilă este subunitară, rezultă că $M(t)$ trebuie să aibă — în cazul ideal — valoarea 5 sau 6. Deci aceste valori sînt optime și căutăm obținerea lor. Ultima linie din figura 15 conține nivelarea optimă, iar figura 16 redă profilul corespunzător.

Se observă că nu s-a obținut același profil ca în exemplul 1. Deci, folosirea unor criterii diferite duce la rezultate diferite. Se constată că atît profilul din figura 9, cît și cel din figura 16 au același factor de utilizare.

IX. CONCLUZII

În acest studiu s-au prezentat unele posibilități de construire a procedeelor euristice pentru nivelarea resurselor. De asemenea, s-au descris două procedee bazate pe criteriile min U și min π.

Pentru etapele viitoare, în cadrul planului de cercetare INCERC se propun următoarele:

1. Experimentarea pe proiecte concrete a procedeelor ADC/RESURSE-1 și 2.

2. Generalizarea acestor două procedee prin admiterea unor operații de transformare mai complexe.

3. Algoritmizarea procedeelor îmbunătățite pentru a putea fi folosite cu eficiență ridicată, atît prin calcul manual, cît și prin calcul electronic.

Bibliografie

[1] Battersby A.; *Network Analysis for Planning and Scheduling*, London, Macmillan, 1967.

[2] Boss J. F.; *Prise en considération des contraintes pesant sur la disponibilité des moyens dans les méthodes de chemin critique*, Revue Française de Recherche Opérationnelle, nr. 38, 1966, p. 3–30.

[3] Burgess A. R., Killebrew J. B.: *Variation in Activity Level on a Cyclical Arrow Diagram*, Journal of Industrial Engineering, vol. 13, 1962, p. 76–83.

[4] Kelley J. E.; *The Critical Path Method: Resources Planning and Scheduling*. Cap. 21 din *Industrial Scheduling*. New Jersey, Muth and Thompson, Prentice Hall, 1963.

[5] Moder J. J., Phillips C. R.; *Project Management with CPM and PERT*, New York, Reinhold Publishing Corp., 1964.

[6] Pascoe T. L.: *Allocation of Resources in CPM*, Revue Française de Recherche Opérationnelle, nr. 38, 1966, p. 31–38.

[7] Wagner H. M., Giglio R. J., Glaser R. G.: *Preventive Maintenance Scheduling by Mathematical Programming*, Management Science, vol. 10, 1964, p. 316–334.

[8] Wiest J. D.: *Some Properties of Schedules for Large Projects with Limited Resources*, Operations Research, vol. 12, 1961, p. 395–418.

[9] Wiest J. D.: *A Heuristic Model for Scheduling Large Projects with Limited Resources*, Management Science, vol. 13, 1967, p. B 359–B 377.

Unele probleme legate de determinarea formelor proprii de vibrație cu ajutorul calculatoarelor electronice

Conf. ing. N. Ţopa, ing. D.Teodorescu

Folosirea calculatoarelor electronice în calculul construcțiilor permite utilizarea pe o scară mai largă a metodelor exacte de calcul, întrucît volumul de calcul nu mai constituie un impediment pentru acest lucru.

Astfel, în practica de proiectare se folosește destul de frecvent determinarea pulsațiilor proprii și a formelor corespunzătoare pentru structuri elastice, cu ajutorul calculatoarelor electronice pornind de la ecuația pulsațiilor proprii. Din punct de vedere matematic, problema constă în determinarea valorilor proprii și a vectorilor proprii ai unei matrici patratice.

Pînă în prezent, la calculatoarele electronice care se utilizează în proiectare în țara noastră, din cele cunoscute de autori, sînt elaborate programe privind determinarea valorilor proprii și a vectorilor proprii pentru matrici simetrice față de diagonala principală.

Ecuația pulsațiilor proprii a unei structuri elastice este, în general, exprimată printr-o matrice nesimetrică și numai în cazuri particulare, cînd masele sînt egale, printr-o matrice simetrică.

Pornind de la matricea deplasărilor unitare, ecuația pulsațiilor proprii este [1]:

$$\begin{vmatrix} m_1\,\delta_{11} - \frac{1}{\omega^2} & m_2\,\delta_{12} & \cdots & m_n\,\delta_{1n} \\ m_1\,\delta_{21} & m_2\,\delta_{22} - \frac{1}{\omega^2} & \cdots & m_n\,\delta_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ m_1\,\delta_{n1} & m_2\,\delta_{n2} & \cdots & m_n\,\delta_{nn} - \frac{1}{\omega^2} \end{vmatrix} = 0 \qquad (1)$$

unde

ω este pulsația proprie.

După cum se constată, matricea de bază nu este simetrică dacă masele au valori diferite unele de altele.

Dacă se pleacă de la matricea reacțiunilor unitare (2), problema este asemănătoare:

$$\begin{vmatrix} r_{11} - m_1\omega^2 & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} - m_2\omega^2 & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} - m_n\,\omega^2 \end{vmatrix} = 0 \qquad (2)$$

întrucît, de fapt, forma acestei ecuații este următoarea:

$$\begin{vmatrix} \frac{r_{11}}{m_1} - \omega^2 & \frac{r_{12}}{m_1} & \cdots & \frac{r_{1n}}{m_1} \\ \frac{r_{21}}{m_2} & \frac{r_{22}}{m_2} - \omega^2 & \cdots & \frac{r_{2n}}{m_2} \\ \vdots & & & \vdots \\ \frac{r_{n1}}{m_n} & \frac{r_{n2}}{m_n} & \cdots & \frac{r_{nn}}{m_n} - \omega^2 \end{vmatrix} = 0 \qquad (3)$$

După cum se constată, forma matricii nu este nici în acest caz simetrică.

În prezenta lucrare se propune o transformare a ecuațiilor (1) și (2), astfel încît să se poată ajunge la matrici simetrice.

Pornind de la ecuaţia (1), pentru a o aduce la o formă simetrică, înmulţim fiecare linie cu $\sqrt{m_j}$ (j fiind rangul liniei) şi fiecare coloană cu $\sqrt{m_k}$ (k fiind rangul coloanei). Împărţim apoi fiecare coloană prin m_k.

Se ajunge la :

$$\begin{vmatrix} m_1\delta_{11}-\dfrac{1}{\omega^2} & \sqrt{m_1m_2}\,\delta_{12} & \dots & \sqrt{m_1m_n}\,\delta_{1n} \\ \sqrt{m_2m_1}\,\delta_{21} & m_2\delta_{22}-\dfrac{1}{\omega^2} & \dots & \sqrt{m_2m_n}\,\delta_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ \sqrt{m_nm_1}\,\delta_{n1} & \sqrt{m_nm_2}\,\delta_{n2} & \dots & m_n\delta_{nn}-\dfrac{1}{\omega^2} \end{vmatrix} = 0 \qquad (4)$$

Ecuaţia (4) este prezentată de data aceasta în formă simetrică şi se poate rezolva cu programele existente. Valorile proprii $\lambda = \frac{1}{\omega^2}$ nu depind, evident, de operaţiile făcute pentru trecerea de la ecuaţia (1) la (4), întrucît masele au valori finite, diferite de zero.

Soluţiile ecuaţiei (4), care sînt deci aceleaşi cu soluţiile ecuaţiei (1), ne dau pulsaţiile proprii ale sistemului. Pentru determinarea formelor proprii corespunzătoare, ne vom referi la sistemul omogen de ecuaţii care a generat ecuaţia (1). Sistemul de ecuaţii poate fi scris astfel :

$$\begin{aligned} &(m_1\delta_{11}-\lambda)\,y_1 + m_2\delta_{12}\,y_2 + \dots + m_n\delta_{1n}\,y_n = 0 \\ &m_1\delta_{21}\,y_1 + (m_2\delta_{22}-\lambda)\,y_2 + \dots + m_n\delta_{2n}\,y_n = 0 \qquad (5) \\ &\vdots \\ &m_1\delta_{n1}\,y_1 + m_2\delta_{n2}\,y_2 + \dots + (m_n\delta_{nn}-\lambda)\,y_n = 0 \end{aligned}$$

unde

$\lambda = \frac{1}{\omega^2}$, $y_1, y_2 \dots y_n$ sînt deplasările maselor pe direcţiile de mişcare într-o formă proprie de oscilaţie.

După cum se ştie, introducînd o valoare oarecare a pulsaţiei proprii $\omega_i \left(\text{deci } \lambda_i = \frac{1}{\omega_i^2}\right)$ în (5) putem determina, cu excepţia unui factor nedeterminat, mărimile y_j (pe care le vom nota cu y_{ji}), ceea ce, de fapt, reprezintă forma proprie corespunzătoare lui ω_i (sau modul propriu ,,*i*''). Prin anularea determinantului sistemului (5) s-a obţinut ecuaţia (1).

Sistemul (5) se poate transforma astfel :

$$\begin{aligned} &\sqrt{\frac{m_0}{m_1}}\Bigg[(m_1\delta_{11}-\lambda)\sqrt{\frac{m_1}{m_0}}\,y_1 + \sqrt{m_1m_2}\,\delta_{12}\sqrt{\frac{m_2}{m_0}}\,y_2 + \\ &\qquad + \dots + \sqrt{m_1m_n}\,\delta_{1n}\sqrt{\frac{m_n}{m_0}}\,y_n\Bigg] = 0 \\ &\sqrt{\frac{m_0}{m_2}}\Bigg[\sqrt{m_2m_1}\,\delta_{21}\sqrt{\frac{m_1}{m_0}}\,y_1 + (m_2\delta_{22}-\lambda)\sqrt{\frac{m_2}{m_0}}\,y_2 + \\ &\qquad + \dots + \sqrt{m_2m_n}\,\delta_{2n}\sqrt{\frac{m_n}{m_0}}\,y_n\Bigg] = 0 \qquad (6) \\ &\sqrt{\frac{m_0}{m_n}}\Bigg[\sqrt{m_nm_1}\,\delta_{n1}\sqrt{\frac{m_1}{m_0}}\,y_1 + \sqrt{m_nm_2}\,\delta_{n2}\sqrt{\frac{m_2}{m_0}}\,y_2 + \\ &\qquad + \dots + (m_n\delta_{nn}-\lambda)\sqrt{\frac{m_n}{m_0}}\,y_n\Bigg] = 0 \end{aligned}$$

unde

m_0 este masă de valoare arbitrară, eventual chiar unu. Sistemul (6) este identic cu (5).

În sistemul (6) putem simplifica fiecare ecuaţie cu factorul constant din afara parantezei mari. Considerînd apoi ca necunoscute noi :

$$\overline{y}_k = \sqrt{\frac{m_k}{m_0}}\,y_k \qquad (7)$$

condiţia necesară pentru a obţine valori diferite de zero pentru $\overline{y}_k$ (şi deci pentru y_k) ne duce la anularea determinantului coeficienţilor necunoscutelor $\overline{y}_k$, adică tocmai la ecuaţia (4).

Aşa cum se ştie, forma proprie de oscilaţie de ordinul ,,*i*'' poate fi caracterizată de următorii coeficienţi în care am raportat toate deplasările la prima din ele :

$$a_{1i} = \frac{y_{1i}}{y_{1i}} = 1\,;\; a_{2i} = \frac{y_{2i}}{y_{1i}} \;\dots\dots\; a_{ni} = \frac{y_{ni}}{y_{1i}}\,. \qquad (8)$$

Dacă vom introduce în (6) una din rădăcinile ecuaţiei (4), adică o pulsaţie proprie $\omega = \omega_i$, putem determina coeficienţii $\overline{a}_{ji}$ care definesc vectorii proprii ai matricii transformate (4) :

$$\overline{a}_{1i} = \frac{\overline{y}_{1i}}{\overline{y}_{1i}} = 1\,;\; \overline{a}_{2i} = \frac{\overline{y}_{2i}}{\overline{y}_{1i}}\,;\;\dots\dots\; \overline{a}_{ni} = \frac{\overline{y}_{ni}}{\overline{y}_{1i}}\,. \qquad (9)$$

Valorile $\overline{a}_{ji}$ din (9) sau valori proporţionale cu ele sînt de obicei furnizate de calculatorul electronic o dată cu pulsaţiile proprii la soluţionarea prin program a ecuaţiei (4). Dar, pe cînd valorile obţinute sînt cele reale, valorile $\overline{a}_{ji}$ nu coincid cu valorile reale a_{ji} din (8).

Pe baza relaţiilor (7), (8) şi (9) putem scrie :

$$\overline{a}_{ji} = \frac{\overline{y}_{ji}}{\overline{y}_{1i}} = \frac{\sqrt{\dfrac{m_j}{m_0}}\,y_{ji}}{\sqrt{\dfrac{m_1}{m_0}}\,y_{1i}} = \sqrt{\frac{m_j}{m_1}}\,\frac{y_{ji}}{y_{1i}} = \sqrt{\frac{m_j}{m_1}}\,a_{ji}. \qquad (10)$$

De aici ajungem la :

$$a_{ji} = \sqrt{\frac{m_1}{m_j}}\,\overline{a}_{ji}. \qquad (11)$$

Evident, dacă am fi raportat deplasările din (8) la deplasarea unei alte mase m_ρ am fi obţinut :

$$a_{ji} = \sqrt{\frac{m_\rho}{m_j}}\,\overline{a}_{ji}. \qquad (12)$$

Doi vectori proprii $\overline{a}_{ji}$ şi $\overline{a}_{jh}$ ai matricii (4) sînt ortogonali între ei :

$$\sum_{j=1}^{n} \overline{a}_{ji}\cdot\overline{a}_{jh} = 0 \qquad (13)$$

$\lambda_i = \frac{1}{\omega_i^2}$ şi $\lambda_h = \frac{1}{\omega_h^2}$ fiind două valori proprii distincte ale ecuaţiei (4).

Ţinînd cont de (10), aceasta revine la :

$$\frac{1}{m_1}\sum_{j=1}^{n} m_j\,a_{ji}\,a_{jh} = 0,$$

adică :

$$\sum_{j=1}^{n} m_j\,a_{ji}\,a_{jh} = 0 \quad (i \neq h) \qquad (14)$$

relaţie cunoscută, care reflectă ortogonalitatea formelor proprii de oscilaţie ale sistemului elastic.

Ordinea operaţiilor pentru determinarea pulsaţiilor proprii şi a formelor proprii de oscilaţie este :

1. se determină elementele matricii (1) ;

2. se rezolvă la calculatorul electronic ecuația (4) și se obțin valorile proprii $\lambda_i = \frac{1}{\omega_i^2}$, precum și vectorii proprii corespunzători exprimați prin coeficienții $\overline{a}_{ji}$ sau prin valori proporționale cu acestea ;

3. cu relațiile (11) sau (12) se determină coeficienții de formă proprie reali a_{ji} ;

4. se fac verificările (13) și (14).

Dacă se pleacă de la matricea reacțiunilor, adică de la ecuația pulsațiilor proprii sub forma (2), sistematizarea decurge analog.

Se împarte fiecare linie cu $\sqrt{m_j}$ și fiecare coloană cu $\sqrt{m_k}$ (j și k fiind rangul liniei, respectiv al coloanei). Se ajunge la :

$$\begin{vmatrix} \frac{r_{11}}{m_1} - \omega^2 & \frac{r_{12}}{\sqrt{m_1 m_2}} & \dots\dots & \frac{r_{1n}}{\sqrt{m_1 m_n}} \\ \frac{r_{21}}{\sqrt{m_2 m_1}} & \frac{r_{22}}{m_2} - \omega^2 & \dots\dots & \frac{r_{2n}}{\sqrt{m_2 m_n}} \\ \vdots & & & \\ \frac{r_{n1}}{\sqrt{m_n m_1}} & \frac{r_{n2}}{\sqrt{m_n m_2}} & \dots\dots & \frac{r_{nn}}{m_n} - \omega^2 \end{vmatrix} = 0 \qquad (15)$$

Matricea (15) fiind simetrică, se pot determina prin programele existente valorile proprii :

$$\mu_i = \omega_i^2 \qquad (16)$$

care reprezintă chiar soluția ecuației (2).

Pentru formele proprii pornim de la sistemul analog cu (5) scris cu ajutorul matricii reacțiilor :

$$\begin{aligned} &(r_{11} - m_1 \mu) y_1 + r_{12} y_2 + \dots + r_{1n} y_n = 0 \\ &r_{21} y_1 + (r_{22} - m_2 \mu) y_2 + \dots + r_{2n} y_n = 0 \qquad (17) \\ &\vdots \qquad\qquad\qquad\qquad \vdots \\ &r_{n1} y_1 + r_{n2} y_2 + \dots\dots + (r_{nn} - m_n \mu) y_n = 0. \end{aligned}$$

Sistemul (17) poate fi scris și astfel :

$$\begin{aligned} &\sqrt{m_1 m_0}\left[\left(\frac{r_{11}}{m_1} - \mu\right)\sqrt{\frac{m_1}{m_0}}\, y_1 + \frac{r_{12}}{\sqrt{m_1 m_2}}\sqrt{\frac{m_2}{m_0}}\, y_2 + \right. \\ &\qquad \left. + \dots\dots + \frac{r_{1n}}{\sqrt{m_1 m_n}}\sqrt{\frac{m_n}{m_0}}\, y_n\right] = 0 \\ &\sqrt{m_2 m_0}\left[\frac{r_{21}}{\sqrt{m_2 m_1}}\sqrt{\frac{m_1}{m_0}}\, y_1 + \left(\frac{r_{22}}{m_2} - \mu\right)\sqrt{\frac{m_2}{m_0}}\, y_2 + \right. \\ &\qquad \left. + \dots\dots + \frac{r_{2n}}{\sqrt{m_2 m_n}}\sqrt{\frac{m_n}{m_0}}\, y_n\right] = 0 \qquad (18) \\ &\sqrt{m_n m_0}\left[\frac{r_{n1}}{\sqrt{m_n m_1}}\sqrt{\frac{m_1}{m_0}}\, y_1 + \frac{r_{n2}}{\sqrt{m_n m_2}}\sqrt{\frac{m_2}{m_0}}\, y_2 + \right. \\ &\qquad \left. + \dots\dots + \left(\frac{r_{nn}}{m_n} - \mu\right)\sqrt{\frac{m_n}{m_0}}\, y_n\right] = 0. \end{aligned}$$

În (18) putem simplifica factorii din afara parantezelor mari și putem considera ca necunoscute noi mărimile de tipul (7).

În acest fel, condiția de compatibilitate a sistemului (18) ne duce la (15).

Întrucît am folosit mărimile noi de tipul (7), rămîn valabile și relațiile (9), care definesc vectorii proprii ai matricii transformate (15). De asemenea, rămîn valabile relațiile (10), (11), (12), (13) și (14).

În consecință, ordinea operațiilor rămîne aceeași ca și cea indicată la cazul precedent :

1. determinarea elementelor matricii (2) ;

2. determinarea la calculator a valorilor proprii $\mu_i = \omega_i^2$ ale ecuației (15), precum și vectorii proprii exprimați prin coeficienții $\overline{a}_{ji}$ sau prin valori proporționale cu ele ;

3. cu relațiile (11) sau (12) se determină coeficienții formelor proprii reale a_{ji} ;

4. se fac verificările (13) și (14).

Folosind calculul matricial, cele expuse mai sus se prezintă sub următoarea formă :

Matricea deplasărilor unitare este o matrice patratică, simetrică și pozitiv definită [1] și are forma :

$$A = \begin{pmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \dots\dots & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \dots\dots & \delta_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ \delta_{n1} & \delta_{n2} & \dots\dots & \delta_{nn} \end{pmatrix} \qquad (19)$$

Dacă notăm cu D matricea diagonală a maselor

$$D = \begin{pmatrix} m_1 & 0 & \dots\dots & 0 \\ 0 & m_2 & \dots\dots & 0 \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots\dots & m_n \end{pmatrix} \qquad (20)$$

matricea pulsațiilor proprii ale unui sistem elastic se obține ca produs al matricilor (19) și (20)

$$B = AD = \begin{pmatrix} m_1\,\delta_{11} & m_2\,\delta_{12} & \dots\dots & m_n\,\delta_{1n} \\ m_1\,\delta_{21} & m_2\,\delta_{22} & \dots\dots & m_n\,\delta_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ m_1\,\delta_{n1} & m_2\,\delta_{n2} & \dots\dots & m_n\,\delta_{nn} \end{pmatrix} \qquad (21)$$

și este în general o matrice nesimetrică.

Pentru a construi matricea simetrică facem produsul matricilor :

$$C = D_1\, A D_1 \qquad (22)$$

unde

$$D_1 = \begin{pmatrix} \sqrt{m_1} & 0 & \dots\dots & 0 \\ 0 & \sqrt{m_2} & \dots & 0 \\ \vdots & & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots\dots & \sqrt{m_n} \end{pmatrix} \qquad (23)$$

Transpusa matricii nou-construite (22) este :

$$C' = (D_1\, A D_1)' = D_1'\, A'\, D_1'.$$

Știind că $A = A'$ și $D_1 = D_1'$ ca matrici simetrice, rezultă că :

$$C' = D_1\, A\, D_1 = C$$

deci C este o matrice simetrică.

Matricea C fiind reală, simetrică și pozitiv definită, valorile proprii sînt reale, pozitive și distincte, iar vectorii proprii ortogonali.

Calculăm valorile proprii și vectorii proprii ai matricii B în funcție de valorile proprii și vectorii proprii ai matricii transformate C.

$$B\, x_i = \lambda_i\, x_i \qquad (24)$$

$$C\, y_i = \mu_i\, y_i \qquad (25)$$

unde

λ_i și μ_i sînt valorile proprii, iar x_i și y_i sînt vectorii proprii ai matricii B și respectiv C.

Dacă înlocuim relația (21) în (24) și ținem seamă că matricea D se poate scrie sub forma de produs al matricilor (23), $D = D_1 D_1$, obținem

$$A D_1\, D_1\, x_i = \lambda_i\, x_i \qquad (26)$$

Înmulțind relația (26), la stînga cu matricea D_1 căpătăm :

$$D_1\, A D_1\, D_1\, x_i = \lambda_i\, D_1\, x_i \qquad (27)$$

În mod asemănător, înlocuind (22) în (25), relația (25) devine

$$D_1 A D_1 y_i = \mu_i y_i \qquad (28)$$

Comparînd relațiile (27) și (28) se constată că ele sînt relații de definiție ale vectorilor proprii ai aceleiași matrici $D_1 A D_1$ și în consecință :

$$\lambda_i = \mu_i \qquad (29)$$

$$D_1 x_i = y_i$$

sau

$$x_i = D_1^{-1} y_i \qquad (30)$$

unde

$$D_1^{-1} = \begin{vmatrix} \frac{1}{\sqrt{m_1}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{m_2}} & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & \frac{1}{\sqrt{m_n}} \end{vmatrix}.$$

În concluzie, valorile proprii ale matricii de bază B sînt egale cu valorile proprii ale matricii transformate, simetrice C, iar vectorii proprii se obțin prin multiplicarea cu matricea inversă D_1.

Analog se pot calcula și valorile proprii și vectorii proprii ai matricii pulsațiilor proprii plecînd de la matricea reacțiunilor unitare :

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{pmatrix}. \qquad (31)$$

Matricea pulsațiilor proprii poate fi scrisă și sub forma

$$B = D^{-1} R' \qquad (32)$$

unde

D^{-1} este inversă matricii D (20).

Și în acest caz, matricea simetrică de calcul se obține ca un produs de matrici :

$$C = D_1^{-1} R D_1^{-1}. \qquad (33)$$

Așa cum s-a arătat mai sus, se poate demonstra cu ușurință că valorile proprii ale celor două matrici B și C sînt identice, iar vectorii proprii ai matricii de bază se obțin prin multiplicarea vectorilor proprii ai matricii transformați cu matricea inversă D_1^{-1}.

$$\lambda_i = \mu_i \qquad (34)$$

$$x_i = D_1^{-1} y_1. \qquad (35)$$

Ținînd seamă de relațiile de calcul obținute în prima parte a acestui articol, matricea simetrică C corespunde ecuației transformate (4), iar concluziile privind vectorii proprii, relațiilor (11) și (12). Sistematizarea calculului sub formă matricială ușurează mult elaborarea programelor complete pentru calculul pulsațiilor proprii și vectorilor proprii, plecînd de la matricea deplasărilor sau reacțiilor unitare și matricea diagonală a maselor sistemului elastic.

Exemplificare

Fie consola din figura 1. Folosim matricea deplasărilor.

Ecuația seculară este :

$$\begin{vmatrix} m_1 \delta_{11} - \lambda & m_2 \delta_{12} & m_3 \delta_{13} \\ m_1 \delta_{21} & m_2 \delta_{22} - \lambda & m_3 \delta_{23} \\ m_1 \delta_{31} & m_2 \delta_{32} & m_3 \delta_{33} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

unde :

$$m_1 = 0{,}7\ m, \quad m_2 = m, \quad m_3 = m\,; \quad \lambda = \frac{1}{\omega^2}$$

Elementele matricii de mai sus sînt :

$$EI\,\delta_{11} = \frac{91}{486}\, l^3$$

$$EI\,\delta_{22} = \frac{25}{486}\, l^3$$

$$EI\,\delta_{33} = \frac{3}{486}\, l^3$$

$$EI\,\delta_{12} = \frac{41{,}5}{486}\, l^3$$

$$EI\,\delta_{13} = \frac{12}{486}\, l^3$$

$$EI\,\delta_{23} = \frac{7{,}5}{486}\, l^3$$

Sub forma (4), ecuația devine

$$\begin{vmatrix} 0{,}7\, m \frac{91}{486} \frac{l^3}{EI} - \frac{1}{\omega^2} & \sqrt{0{,}7}\, m \frac{41{,}5}{486} \frac{l^3}{EI} & \sqrt{0{,}7}\, m \frac{12}{486} \frac{l^3}{EI} \\ \sqrt{0{,}7}\, m \frac{41{,}5}{486} \frac{l^3}{EI} & m \frac{25}{486} \frac{l^3}{EI} - \frac{1}{\omega^2} & m \frac{7{,}5}{486} \frac{l^3}{EI} \\ \sqrt{0{,}7}\, m \frac{12}{486} \frac{l^3}{EI} & m \frac{7{,}5}{486} \frac{l^3}{EI} & m \frac{3}{486} \frac{l^3}{EI} - \frac{1}{\omega^2} \end{vmatrix} = 0$$

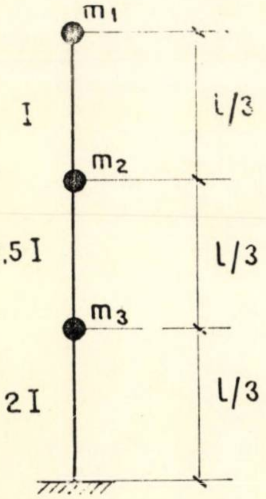


Fig. 1

Prin multiplicarea fiecărei linii cu $\frac{486\,EI}{m\,l^3}$ se ajunge la o exprimare simplificată a ecuației :

$$\begin{vmatrix} 63{,}7000-\lambda' & 34{,}7189 & 10{,}0392 \\ 34{,}7189 & 25{,}0000-\lambda' & 7{,}5000 \\ 10{,}0392 & 7{,}5000 & 3{,}000-\lambda' \end{vmatrix} = 0$$

unde $\lambda' = \frac{486\,EI}{m\,l^3}\cdot\frac{1}{\omega^2}$.

Rădăcinile acestei ecuații reprezintă valorile proprii ale matricii transformate a ecuației pulsațiilor proprii.

Cu ajutorul unui program existent de determinare a valorilor proprii și a vectorilor proprii pentru matrici simetrice s-au obținut următoarele valori proprii :

$$\lambda'_{I} = 85{,}967,\quad \lambda'_{II} = 5{,}075,\quad \lambda'_{III} = 0{,}657$$

care dau valorile pulsațiilor proprii :

$$\omega_I = 2{,}377\sqrt{\frac{EI}{ml^3}};\quad \omega_{II} = 9{,}787\sqrt{\frac{EI}{ml^3}};\quad \omega_{III} = 27{,}193\sqrt{\frac{EI}{ml^3}}.$$

Componentele vectorilor proprii a corespunzători sînt :

$$\bar{a}_{1I} = 0{,}8514;\quad \bar{a}_{2I} = 0{,}5031;\quad \bar{a}_{3I} = 0{,}1485$$

$$\bar{a}_{1II} = 0{,}5226;\quad \bar{a}_{2II} = -0{,}7889;\quad \bar{a}_{3II} = -0{,}3232$$

$$\bar{a}_{1III} = 0{,}0454;\quad \bar{a}_{2III} = -0{,}3528;\quad \bar{a}_{3III} = 0{,}9346.$$

Ținînd seamă de relația (11), obținem formele proprii de oscilație pentru sistemul dat :

$$a_{1I} = \sqrt{\frac{0{,}7\ m}{0{,}7\ m}}\cdot 0{,}8514 = 0{,}8514$$

$$a_{2I} = \sqrt{\frac{0{,}7\ m}{m}}\cdot 0{,}5031 = 0{,}4210$$

$$a_{3I} = \sqrt{\frac{0{,}7\ m}{m}}\cdot 0{,}1485 = 0{,}12142$$

și analog :

$$a_{1II} = 0{,}5226$$

$$a_{2II} = \sqrt{0{,}7}\cdot(-0{,}7889) = -0{,}6620$$

$$a_{3II} = \sqrt{0{,}7}\cdot(-0{,}3232) = -0{,}2700$$

$$a_{1III} = 0{,}0454$$

$$a_{2III} = \sqrt{0{,}7}\cdot(-0{,}3528) = -0{,}2950$$

$$a_{3III} = \sqrt{0{,}7}\cdot(-0{,}9346) = -0{,}7830.$$

Dacă folosim matricea reacțiunilor, ecuația este :

$$\begin{vmatrix} r_{11}-m_1\omega^2 & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22}-m_2\omega^2 & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33}-m_3\omega^2 \end{vmatrix} = 0$$

unde elementele matricii sînt :

$$r_{11} = 26{,}786\ r$$

$$r_{22} = 129{,}000\ r$$

$$r_{33} = 552{,}750\ r$$

$$r_{12} = -34{,}500\ r$$

$$r_{13} = 11{,}250\ r$$

$$r_{23} = -184{,}500\ r$$

unde

$$r = \frac{486\ EI}{409{,}5\ l^3}.$$

Ecuația transformată sub forma (15) rezultă :

$$\begin{vmatrix} 26{,}786\frac{r}{m}-\omega^2 & -41{,}235\frac{r}{m} & 13{,}446\frac{r}{m} \\ -41{,}235\frac{r}{m} & 129{,}000\frac{r}{m}-\omega^2 & -184{,}500\frac{r}{m} \\ 13{,}446\frac{r}{m} & -184{,}500\frac{r}{m} & 552{,}750\frac{r}{m}-\omega^2 \end{vmatrix} = 0.$$

Rezolvarea ecuației de mai sus duce la aceleași valori proprii și vectori proprii obținuți prin matricea deplasărilor.

Bibliografie

[1] Smirnov A. F. : *Stabilitatea statică și dinamică a construcțiilor*. București. Ed. tehnică a transporturilor. 1951.

Studiul termotehnic comparativ al cuptoarelor tunel de ars cahle de teracotă la fabricile din Sibiu și Bistrița

Ing. Gh.Munteanu, ing. E. Stoian

În vederea alegerii tipului de cuptor microtunel cu mufă pentru noile fabrici de cahle de teracotă s-a efectuat un studiu termotehnic comparativ asupra a două cuptoare de acest tip aflate în funcție la fabricile de materiale ceramice de la Sibiu și Bistrița din cadrul M. I. C.

I. COMPARAȚIA CUPTOARELOR, CONSTRUCTIV ȘI FUNCȚIONAL

Constructiv, cuptorul de la Sibiu este format din trei canale de lucru cu secțiunea de 0,32 × 0,47 m și lungimea de 15 m, combustibilul folosit fiind gazul metan. Cuptorul de la Bistrița este format din opt canale suprapuse pe două niveluri cu secțiunea de 0,3 × 0,44 m, iar lungimea de 15,8 m, combustibilul folosit fiind combustibil lichid ușor tip C STAS 54—1959.

Ambele cuptoare cuprind cîte o zonă de preîncălzire, ardere și răcire și au vatra mobilă alcătuită din plăci de șamotă care sînt împinse în canalele de lucru printr-un mecanism acționat manual la fabrica Sibiu și electric la fabrica Bistrița.

Dispoziția pe două niveluri a canalelor de lucru ca la fabrica Bistrița impune un mecanism mai complex și cu un consum mai mare de energie pentru deplasarea vetrei cu produse în canal.

Nici unul din cuptoare nu a avut prevăzute locuri pentru termocupluri în vederea controlului curbei de temperaturi ce se realizează în canalul de lucru. La cuptorul de la fabrica Bistrița, pentru canalele nemarginale, controlul permanent al temperaturilor nu este o problemă simplă.

Căldura necesară procesului de ardere a produselor din canale se obține prin arderea combustibilului într-un focar așezat sub canalele de lucru. Gazele de ardere rezultate parcurg un circuit du-te-vino în lungul zonei de ardere, în contact permanent și direct cu pereții exteriori ai canalului de lucru, cedînd prin convecție și radiație o anumită cantitate de căldură; aceasta depinde de temperatura și cantitatea de gaze de ardere și de compoziția, grosimea și forma plăcilor din care sînt construiți pereții canalelor de lucru.

Regimurile termice ale canalelor de lucru nu pot fi identice, datorită dispoziției arzătorului, respectiv injectoarelor și focarelor (la fabrica Sibiu un focar cu un arzător, iar la fabrica Bistrița, două focare, fiecare cu cîte un injector) care deservesc cîte un grup de canale, precum și lipsei unor dispozitive de reglare în circuitul gazelor de ardere înainte de evacuarea la coș.

Reglajul focurilor se obține prin acționarea asupra debitului de combustibil și a aerului secundar care pătrunde în focar.

La construcția cuptoarelor s-a folosit ca material refractar pentru focare, canalele de lucru și cele pentru circulația gazelor de ardere șamotă RC 75, restul zidăriei fiind din cărămidă de construcții, iar fundațiile de beton. În general, la ambele cuptoare, izolarea termică este suficientă.

În scopul recuperării unei cantități de căldură, la fabrica Bistrița se practică o circulație de aer prin plafonul dublu al cuptorului, iar în canalele de lucru, spre zona finală a răcirii, sînt practicate orificii prin care se absorb gazele de reacție produse în canal, a căror căldură este utilizată în scopuri auxiliare.

II. REGIM TERMIC ȘI HIDRODINAMIC LA CANALELE DE LUCRU

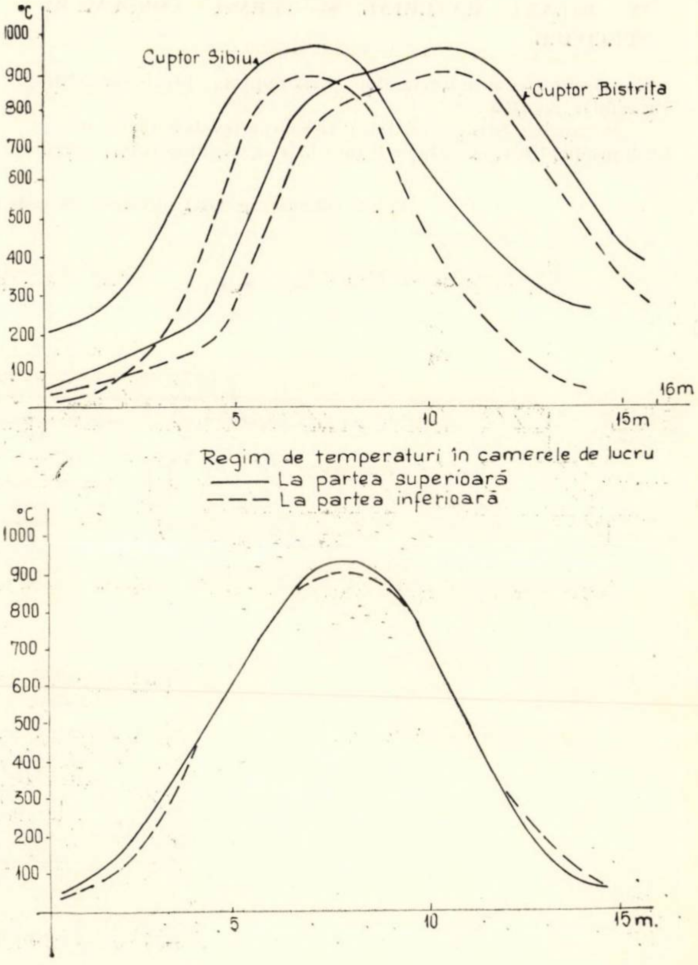
La ambele cuptoare se realizează aproximativ aceeași curbă de ardere (fig. 1), temperaturile maxime în canalele marginale fiind cu 40—60°C mai mici, caracteristicile curbei de ardere fiind următoarele :

	La cuptorul Sibiu	La cuptorul Bistrița
— pînă la 250°C, în °C/h	15	23,5
— între 250 și 800°C, în °C/h	134	131
— temperatura maximă, în °C/h	940—960	900—960
— palier peste 800°C, în h	5,5	8
— între 800 și 300°C, în °C/h	98	77
— între 300 și 250°C, în °C/h	25	—

La cuptorul Bistrița, curba de ardere are un palier mai lung și este deplasată spre extremitatea de ieșire, fapt care determină ieșirea produselor din canal cu o temperatură în jurul a 300°C.

Ca repartizare a temperaturilor în secțiunea transversală a canalelor de lucru, la cuptorul Sibiu s-au măsurat diferențe pînă la 200°C între partea superioară și cea inferioară în zonele de preîncălzire și răcire, iar în zona de ardere, de 60—80°C. La cuptorul Bistrița, diferențele sînt de pînă la 100°C în zona de preîncălzire, 50°C în zona de răcire și circa 60°C în

Fig. 1. Regim de temperaturi în canalul de lucru nr. 3 la cuptorul Sibiu modificat



zona de temperatură peste 850°C. Aceste diferențe mari de temperatură în secțiune se datoresc regimului hidrodinamic existent în canalele de lucru. Extremitățile canalelor fiind permanent deschise, la partea inferioară a canalelor are loc, de ambele părți, o aspirație (Δ = 0,05 — 0,1 mm) a aerului din hală, care răcește produsele la partea inferioară și apoi, încălzindu-se, este eliminat împreună cu gazele de reacție la partea superioară a ambelor extremități.

Prin acest regim hidrodinamic, cuptorul în ansamblu nu poate fi caracterizat ca un cuptor tunel, deoarece nu recuperează căldura sensibilă a produselor arse pentru a încălzi produsele din zona de preîncălzire.

La cuptorul Bistrița, orificiile de absorbție a gazelor de reacție din canale nu sînt eficiente, atît din cauza dimensionării și poziției, cît și din cauza neînchiderii canalelor de lucru.

Rezultatele bune ale arderii în aceste condiții trebuie atribuite posibilităților produselor de a suporta gradienții de încălzire și răcire realizați în canalele de lucru, precum și diferențelor de temperatură semnalate mai sus.

III. CAPACITATEA DE PRODUCȚIE

Pentru cuptorul Sibiu, la durata de ardere de 20 de ore și la ritmul de încărcare practicat, la măsurătorile făcute a rezultat, în medie pe cele trei canale, o producție de 103,5 kg produse arse pe oră, ceea ce reprezintă 7,3 % din circulația materială stabilită prin bilanț, față de 5,4 % cît reprezintă vatra mobilă (76,5 kg/h).

La cuptorul Bistrița, pentru durata de ardere de 26 de ore și la ritmul de încărcare practicat a rezultat, în medie, pe cele opt canale o producție de 238 kg produse arse pe oră, ceea ce reprezintă 7,5 % din circulația materialului stabilită prin bilanț (fără a include recuperarea de aer cald de 65,4 %), ață de 6,9 cît reprezintă vatra mobilă și placa intermediară 217 kg/h).

IV. BILANȚ MATERIAL ȘI TERMIC, CONSUMURI SPECIFICE

Ca circulație a materialelor prin cuptor, din bilanțurile întocmite rezultă :

— la fabrica Sibiu, pentru o trecere a produselor de 103,5 kg/h produs finit, circulația totală (aer, gaze, umiditate, vatră mobilă) este de 1 420 kg/h, adică 13,76 kg materiale anexe pentru kilogramul de produs finit ;

— la fabrica Bistrița, pentru o trecere a produselor de 238 kg/h produs finit, circulația este de 3 142 kg/h, adică 13,2 kg materiale anexe pentru kilogramul de produs finit (fără a lua în considerare cantitatea de 5 930 kg aer cald pe oră prin care se recuperează 234 kcal/kg produs).

Ca circulație a căldurii prin cuptor rezultă :

— la fabrica Sibiu, combustibilul aduce 96,5 % din căldura care circulă prin cuptor, din care 63,25 % sînt pierderi cu gazele la coș și cele ieșite din canalele de lucru ;

— la fabrica Bistrița, cuptorul funcționînd într-o hală cu temperatura foarte ridicată (circa 65°C la nivelul bolții), căldura introdusă de combustibil reprezintă 80,3 % ; de pe boltă se recuperează 9 % spre uscătorie, iar pierderile la coș și cu aerul din canale se ridică la 56,5 %.

Pierderile mari de căldură la coș, care arată folosirea în măsură insuficientă a gazelor de ardere, se datoresc la ambele cuptoare, atît temperaturii mari a gazelor evacuate la coș (520°C la cuptorul Sibiu și 570°C la cuptorul Bistrița), cît și excesului mare de aer (2,93 la cuptorul Sibiu și 3 la cuptorul Bistrița).

Cum s-a arătat mai sus, la ambele cuptoare nu se recuperează căldura sensibilă a produselor arse și care la fabrica Bistrița (300°C) ar putea determina fisurarea produselor în cazul unei ventilații mai active în hală.

Consumul specific de combustibil rezultat la măsurătorile făcute a fost :

— la cuptorul de la fabrica Sibiu — 1 885 kcal/kg produs finit ;

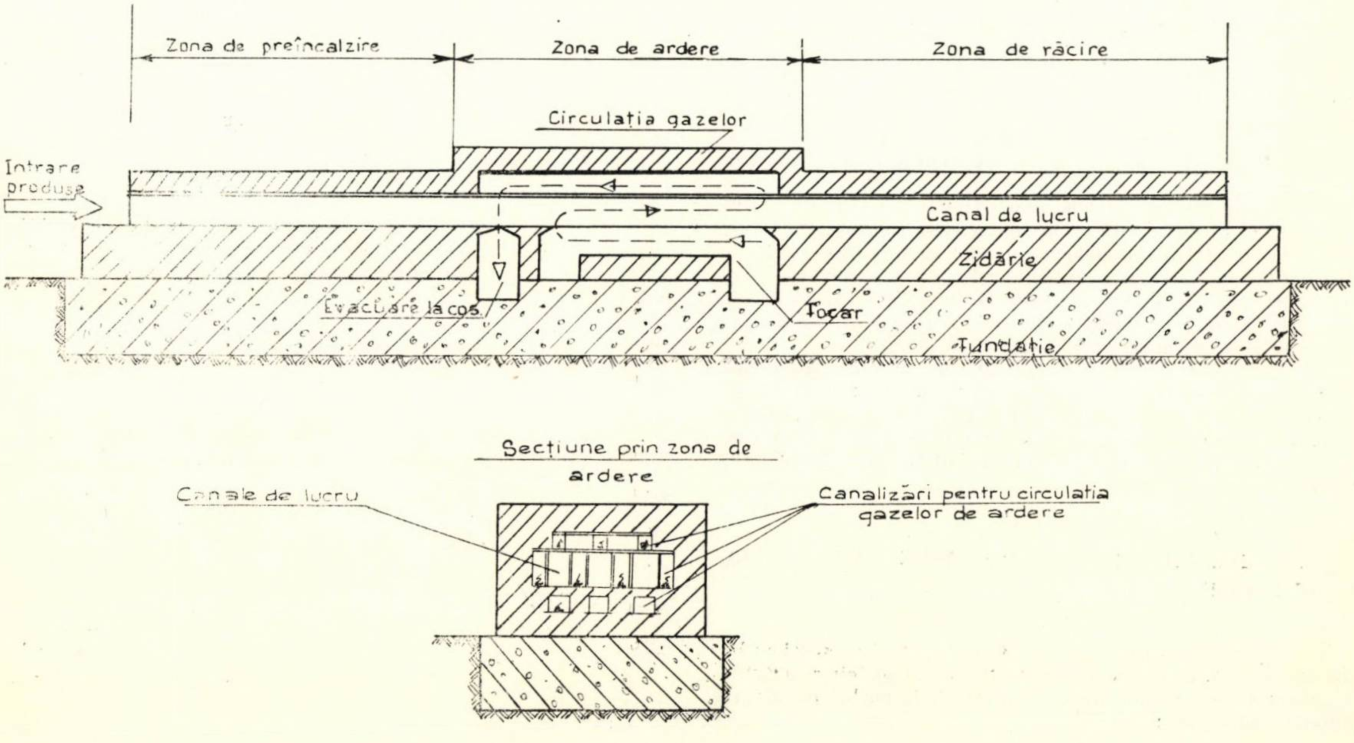
— la cuptorul de la fabrica Bistrița — 1 870 kcal/kg produs finit.

V. CONCLUZII ȘI PROPUNERI

Pe baza datelor studiului comparativ s-a propus adoptarea tipului de cuptor cu un singur nivel de canale (tip Sibiu), la care să fie aduse o serie de îmbunătățiri, conform recomandărilor făcute, și anume :

a) reducerea excesului de aer de ardere în focar la $n = 1,3-1,4$ (față de $n = 2,9 - 3$ existent) prin : desființarea focarului și introducerea cîte unui arzător pentru fiecare canal de lucru, direct în canalizația inferioară a gazelor, urmînd ca arderea să aibă loc direct în aceste canale ;

Fig. 2. Schema cuptorului microtunel cu mufă pentru ars cahle de teracotă la fabrica Sibiu



b) pentru scăderea temperaturii gazelor la coş, acestea să fie conduse pe sub zona de preîncălzire a canalelor de lucru pe distanţa de 1/2—2/3 din zona de preîncălzire, astfel ca înainte de evacuare gazele să mai cedeze o parte din căldura lor, temperatura la coş scăzînd la 250—300°C şi obţinîndu-se o reducere a pierderilor la coş;

c) închiderea cu uşi glisante a gurii de introducere a produselor în canalele de lucru şi amenajarea în partea superioară a pereţilor laterali ai canalelor, în zona de preîncălzire, a unor orificii de absorbţie care să fie puse în legătură cu coşul de evacuare prin intermediul unor registre de reglaj. Prin aceasta se omogenizează temperaturile în secţiunea canalului, în zona de preîncalzire, şi se colectează gazele nocive degajate în canal în timpul arderii;

d) îmbunătăţirea izolării termice a zonei de ardere prin folosirea materialelor termoizolatoare, aşa fel ca în această zonă temperatura pe suprafaţa pereţilor şi a bolţii să nu depăşească 70—80°C;

e) în cazul asocierii mai multor canale la un cuptor, aceasta să fie limitată la 4—5, date fiind posibilităţile mai avantajoase de obţinere a unei uniformităţi satisfăcătoare de temperatură şi posibilitatea deservirii de către un singur om, la o capacitate de producţie de 1 500—1 800 unităţi/zi, respectiv 3 500—4 200 kg produs finit pe zi.

VI. REZULTATE

Recomandările făcute la punctele a, b şi c au fost aplicate în parte la cuptorul Sibiu şi în plus s-a practicat o uşoară aspiraţie din canalul de lucru şi în partea de ieşire a produselor.

La cuptorul descris şi modificat ca mai sus, la Sibiu, în urma bilanţului termic efectuat după modificare au rezultat următoarele date comparativ cu cele determinate anterior modificărilor :

Caracteristici	Cuptor iniţial	Cuptor modificat
— Producţia în kg/h produs ars	103,5	98,5
— Diferenţa de temperatură în secţiunea canalului la intrare şi ieşire, °C	150—200	30—50
— Temperaturi maxime, °C	940—960	910—930
— Temperaturi la coş, °C	*520*	*440*
— Durata de ardere *t* 800°C, ore	5,5	5,5
— Exces de aer la ardere	2,9—3	1,9
— Consum specific de căldură, kcal/kg produs ars	1 885	1 370
— Pierderi de căldură la coş, kcal/h	*104 500*	*25 265*
— Pierderi de căldură prin construcţie şi gaze evacuate din canale, kcal/h	*81 975*	*71 120*
— Gaze evacuate la extremităţile canalului (colectate la hote) kg/h	*435*	*0*
— Circulaţia materialelor pentru un kg de produs finit kg/kg	13,75	6,4
— Temperatura de ieşire a produselor, °C	60—70	50—55
— Durata arderii, h	20	22,5

Curba de ardere obţinută la 22,5 ore are următoarele caracteristici :

— Gradient de încălzire la 150°C	—	60°C/h
— Gradient de încălzire între 150 şi 800°C	—	100°C/h
— Ardere la *t* 800°C	—	5—5,5 h
— Gradient de răcire între 800 şi 120°C	—	124°C/h

Din compararea acestor date rezultă :

— o scădere a producţiei cu 5%;

— o îmbunătăţire substanţială a uniformităţii temperaturii în secţiunea canalului;

— înlăturarea emanaţiei din canale a gazelor de reacţie, care sînt absorbite la coş;

— scăderea consumului specific de căldură cu 27%;

— micşorarea circulaţiei de materiale de la 1 420 kg/h la 632 kg/h;

— menţinerea la nivel încă destul de ridicat a pierderilor de căldură prin construcţii.

Pentru îmbunătăţirea în continuare şi aducerea la consum specific de căldură comparabil cu al cuptoarelor străine, 900—1 000 kcal/kg faţă de 1 370 kcal/kg cît se realizează la noi în ţară în prezent, mai sînt de rezolvat următoarele probleme :

— conducerea gazelor de ardere sub zona de preîncălzire pe 2/3 din lungimea ei;

— studierea şi realizarea unor plăci refractare pentru construirea canalelor de lucru, corespunzătoare ca formă, dimensiuni şi compoziţii pentru obţinerea unei transmisii de căldură în proporţii cît mai mari de la gazele de ardere la produsele din canalul de lucru;

— îmbunătăţirea izolării termice a construcţiei pentru reducerea pierderilor;

— ridicarea releveului detaliat al cuptorului îmbunătăţit de la Sibiu, atît pentru definirea exactă a construcţiei în vederea difuzării, cît şi pentru verificarea aplicării îmbunătăţirilor obţinute în raport cu modificările recomandate.

Repartizarea raţională, la diferite obiecte, a betonului preparat centralizat

Conf. ing. Octavian Vlad
Institutul de construcţii Bucureşti

I. INTRODUCERE

Importanţa deosebită care trebuie acordată creşterii eficienţei economice a investiţiilor şi a întregii activităţi economice a fost subliniată în lucrările Congresului al IX-lea al Partidului Comunist Român.

În Raportul Comitetului Central al Partidului Comunist Român, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, secretarul general al C. C. al P. C. R., a arătat : ,,O preocupare centrală pentru organele noastre de partid şi de stat va trebui să fie creşterea *eficienţei economice a investiţiilor, a întregii activităţi din economie* — factor esenţial al realizării ritmului de creştere prevăzut în economia noastră şi al îmbunătăţirii condiţiilor de viaţă ale oamenilor muncii''[1].

Ulterior, la consfătuirea pe ţară a lucrătorilor din construcţii (26 februarie 1966), precum şi la consfătuirea consacrată activităţii de proiectare în domeniul construcţiilor (27 ianuarie 1967), s-a evidenţiat necesitatea perfecţionării elaborării studiilor tehnico-economice şi a proiectelor de execuţie în scopul de a se ajunge la soluţii constructive cît mai economice şi eficiente, punîndu-se accentul şi pe scurtarea duratei de execuţie a construcţiilor [2] şi [3]. Elaborarea studiului tehnico-economic în mai multe variante şi compararea acestora creează posibilitatea de a se lua decizia cea mai justă în alegerea soluţiei ce urmează a fi realizată.

În Directivele C. C. al P. C. R. cu privire la perfecţionarea conducerii şi planificării economiei naţionale corespunzător condiţiilor noii etape de dezvoltare socialistă a României se arată: ,,Deciziile în activitatea economică pot fi luate numai cunoscînd un număr mare de elemente şi, în primul rînd, cele care determină rezultatele activităţii respective" [4].

În raportul prezentat la Conferinţa Naţională a P. C. R. din decembrie 1967, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, secretar general al C. C. al P. C. R., precizează: ,,Principalul obiectiv pe care îl urmărim prin înfăptuirea măsurilor de perfecţionare a conducerii, organizării şi planificării economice este asigurarea condiţiilor pentru creşterea continuă a eficienţei activităţii productive în toate ramurile şi întreprinderile" [5].

Faţă de sarcinile indicate mai sus, apreciem că şi în domeniul construcţiilor e necesar să se îmbunătăţească metodele de analiză şi de calcul, atît în domeniul investiţiilor, cît şi al producţiei de construcţii-montaj, spre a se putea compara diferitele variante studiate şi a lua decizia cea mai corespunzătoare. Este necesar ca eficienţa economică să fie examinată din punctul de vedere al efectelor pe care le are soluţia considerată la nivelul economiei naţionale, evitînd limitarea studiului acesteia numai la nivelul problemelor locale ale unităţii productive considerate.

În construcţiile de la noi din ţară, betonul şi betonul armat deţin un rol preponderent. În costul construcţiilor, o pondere mare are şi prepararea betonului — considerat ca semifabricat — şi transportul acestuia la locul de consum.

În cele ce urmează ne propunem să tratăm cîteva probleme tehnico-economice privind betonul considerat ca semifabricat, în scopul reducerii costului construcţiilor.

II. SOLUŢIA OPTIMĂ PENTRU AMPLASAREA UNITĂŢILOR DE PREPARARE CENTRALIZATĂ A BETONULUI

1. Bazele calculului pentru alegerea soluţiei optime

Să presupunem că s-a luat hotărîrea de a se folosi betonul preparat centralizat pentru execuţia construcţiilor dintr-o localitate mai importantă sau pentru deservirea mai multor şantiere. Să vedem cum putem găsi soluţia optimă pentru amplasarea fabricii de beton respective.

În general, o investiţie poate fi socotită eficientă din punct de vedere economic dacă pentru fiecare leu investit se obţine un efect economic cît mai mare. Determinarea eficienţei economice a investiţiilor ridică o serie de probleme complexe, care nu au putut fi rezolvate complet pînă în prezent. Aceasta face necesară continuarea cercetărilor în acest domeniu [6].

Pentru a alege soluţia cea mai eficientă pentru o investiţie proiectată e necesar să se facă o analiză complexă şi multilaterală, în scopul determinării efectelor favorabile ale variantei propuse, folosind un număr mare de indicatori tehnico-economici. La noi în ţară, H. C. M. nr. 3060/1966, privind elaborarea, avizarea şi aprobarea documentaţiilor tehnico-economice pentru investiţii şi a proiectelor de sistematizare, a adus o contribuţie importantă în determinarea eficienţei economice a investiţiilor, stabilind, între altele, şi indicatorii tehnico-economici ai investiţiilor productive, care fundamentează eficienţa economică a acestora. Această analiză complexă şi multilaterală a eficienţei economice a investiţiei trebuie făcută ţinînd seama de efectele unităţii productive proiectate la nivelul economiei naţionale.

Pentru alegerea mărimii şi amplasamentului unităţii productive proiectate corespunzătoare, la nivelul economiei naţionale, apreciem că indicatorul potrivit este cel care reprezintă raportul dintre efortul financiar de investiţii şi efectul valoric corespunzător. Menţionăm că prin folosirea acestui indicator nu se poate renunţa, pentru alegerea variantei celei mai corespunzătoare, la analiza celorlalţi indicatori care determină eficienţa economică.

Ca urmare a dispoziţiilor H. C. M. nr. 3060/1966, C. S. P. şi M. F. au elaborat, în iunie 1967, instrucţiuni cu privire la modul de determinare a eficienţei economice a obiectivelor de investiţii cu ajutorul indicatorului ,,durata de recuperare a investiţiei totale". Instrucţiunile indică modul de calcul al duratei de recuperare din plusprodus, din beneficiu şi, pentru unele cazuri, pe baza economiilor rezultate la cheltuielile de exploatare sau, după caz, la cheltuielile de producţie. Instrucţiunile mai prevăd ca pentru alegerea variantei de investiţii cu eficienţa economică cea mai ridicată să se folosească şi indicatorul ,,durata de recuperare a investiţiei suplimentare".

În cazul cînd se iau în considerare cheltuielile de producţie, durata de recuperare a investiţiei suplimentare, D_C, se calculează cu formula:

$$D_C = \frac{I_1 - I_2}{C_2 - C_1} \tag{1}$$

în care:

I_1 şi I_2 reprezintă valoarea investiţiei totale, în lei, pentru varianta 1, respectiv varianta 2:

C_1 şi C_2 — cheltuielile anuale de producţie, în lei pe an, corespunzătoare celor două variante care se compară.

E necesar ca durata de recuperare a investiţiei suplimentare să fie comparată cu durata de recuperare normată D_N.

Dacă sînt îndeplinite condiţiile $I_1 > I_2$ şi $C_1 > C_2$ este evident că varianta 2 este cea mai corespunzătoare.

Dacă $I_1 > I_2$, iar $C_1 < C_2$, atunci se adoptă varianta 1, dacă:

$$\frac{I_1 - I_2}{C_2 - C_1} \leqslant D_N . \tag{2}$$

În cazul cînd avem de comparat mai multe variante 1, 2 . . . j, . . . m, pentru care investiţiile totale sînt respectiv $I_1, I_2, \ldots I_j, \ldots I_m$, iar cheltuielile anuale de producţie corespunzătoare $C_1, C_2, \ldots C_j, \ldots C_m$, să căutăm varianta cea mai convenabilă.

Să presupunem că pentru variantele i şi $i + 1$ avem relaţiile:

$$I_j > I_{j+1} \text{ şi } C_j < C_{j+1} .$$

În acest caz, investiţia I_j este considerată cea mai corespunzătoare, dacă este îndeplinită condiţia:

$$\frac{I_j - I_{j+1}}{C_{j+1} - C_j} \leqslant D_N . \tag{3}$$

Rezultă:

$$I_j + D_N C_j \leqslant I_{j+1} + D_N C_{j+1} ,$$

adică se adoptă varianta j, dacă faţă de toate variantele considerate îndeplineşte condiţia:

$$I_j + D_N C_j = \text{minim}. \tag{4}$$

În producţia de construcţii-montaj, beneficiul prevăzut în preţul de deviz al investiţiei este limitat, iar bentonul, în condiţiile preparării centralizate, este un semifabricat. Pentru aceste motive, apreciem că în studiul de faţă nu este cazul să se folosească indicatorul ,,durata de recuperare a investiţiei totale" pentru determinarea variantei optime, ci criteriul duratei de recuperare a investiţiei suplimentare, din care s-a dedus

$$I_j + D_N C_j = \text{minim},$$

denumit şi ,,indicatorul cheltuieli echivalente". Minimul acestui indicator exprimă o combinaţie optimă, care reprezintă atît o economie la sumele investite, cît şi o reducere a cheltuielilor de producţie.

Desigur că se alege varianta j, dacă ea corespunde şi condiţiilor impuse de ceilalţi indicatori tehnico-economici care fundamentează investiţia.

2. Cazul general

În cele ce urmează vom studia adaptarea indicatorului cheltuieli echivalente (4) la cazul preparării centralizate a betonului şi al transportului acestuia la locurile de consum, în scopul adoptării soluţiei optime.

Materialele folosite la prepararea betonului (ciment, nisip, pietriş, piatră spartă) se transportă în general de la mari distanţe de punctul unde se prepară betonul. Costul transportului acestor materiale reprezintă un procent ridicat faţă de costul acestora la locul de producţie. Pentru aceste motive, amplasarea fabricii de beton trebuie astfel aleasă încît costul transportului materialelor din care se confecţionează betonul să fie cît mai mic. Presupunînd că pentru fabrica de beton s-a ales soluţia care reprezintă o investiţie specifică convenabilă şi un cost al fabricaţiei destul de redus, amplasarea fabricii de beton trebuie să îndeplinească şi condiţia ca transportul betonului pînă la punctele de consum să fie cît mai redus. Trebuie remarcat că o schimbare a amplasamentului fabricii de beton atrage atît schimbarea costului transportului materiei prime, cît şi a costului transportului semifabricatului.

a) Prin planul cincinal şi studiile ce se fac cu privire la liniile de dezvoltare a economiei naţionale pe o perioadă de încă cinci ani, următoare planului cincinal, se pot cunoaşte principalele investiţii ce vor fi realizate într-o perioadă de 5—10 ani. E posibil deci să se determine cu destulă aproximaţie, în fiecare an, cantităţile de beton necesare pentru lucrările de construcţii dintr-o mare localitate, un grup de şantiere apropiate sau un mare şantier. Din această cantitate totală se poate aprecia în fiecare an cantitatea de beton ce urmează a fi preparată centralizat, exprimată în tone de beton pe an şi pe care s-o notăm cu Q.

b) Capacitatea de producţie a unei fabrici de beton uzuale poate varia între o valoare minimă şi una maximă. Să notăm cu Y_j capacitatea anuală de producţie a fabricii de beton j, exprimată în tone pe an.

În ipoteza că putem avea 1, ,2, . . . j, . . . m fabrici de beton noi, avem relaţia :

$$\sum_{j=1}^{m} Y_j = Q. \tag{5}$$

c) Amplasamentul fabricii de beton trebuie să îndeplinească anumite condiţii : teren disponibil, apropierea de o cale de comunicaţie existentă, de o sursă de apă etc. Ţinînd seamă de aceste considerente, numărul amplasamentelor posibile se poate determina. Într-un oraş mare, numărul de amplasamente posibile este destul de redus.

d) Pentru fiecare amplasament ales putem calcula investiţia totală I_j, corespunzătoare capacităţii de producţie Y_j. Investiţia totală I_j se poate defalca în două părţi :

$I_{j\,int}$, care reprezintă valoarea investiţiilor din incinta unităţii productive şi

$I_{j\,ext}$, valoarea investiţiilor dinafara incintei unităţii productive. Avem :

$$I_j = I_{j\,int} + I_{j\,ext}. \tag{6}$$

Această defalcare permite să apreciem separat investiţia specifică corespunzătoare investiţiilor din incinta unităţii productive şi care depinde, în principal, de soluţia tehnică adoptată şi separat să apreciem investiţia specifică corespunzătoare investiţiei dinafara incintei şi care depinde, în general, de amplasament [7].

e) Pentru soluţia căreia îi corespunde investiţia totală I_j calculăm costul preparării unei tone de beton, C_j, alcătuit din costul operaţiilor de descărcare şi depozitare a materiilor prime, costul preparării betonului şi costul încărcării acestuia în mijloacele de transport cu care se expediază la locurile de consum. Acest cost C_j nu conţine deci costul materiilor prime necesare preparării betonului, nici al transportului acestora de la locul de producţie la fabrica de beton şi nici costul transportului semifabricatului la locul de consum, întrucît aceste costuri se vor evalua separat.

f) Să considerăm un sortiment din materiile prime ce se folosesc la prepararea betonului, de exemplu : pietrişul de diferite dimensiuni şi calităţi. Să presupunem că acest sortiment se poate achiziţiona din u locuri de producţie P_1, P_2, . . . P_i, . . . P_u. O primă problemă este aceea de a alege mijlocul de transport cel mai corespunzător spre a transporta acest material de la P_i la fabrica de beton F_j. Să notăm cu C_{pi} costul în lei al unei tone din acest material încărcat în mijlocul de transport ales, la locul de producţie P_i, şi cu C_{tij} costul în lei al transportului unei tone din acest material pînă la fabrica de beton F_j.

In cazul transportului pe calea ferată, care de obicei este cazul cel mai frecvent, se recomandă ca, pentru exactitatea calculelor, costul transportului să se determine ţinînd seamă de profilul în lung al liniei, de indicatorii de calitate ai transportului etc. [8].

Să notăm cu X_{ij} cantitatea necunoscută exprimată în tone, care în decurs de un an se încarcă în P_i şi se transportă la fabrica de beton F_j şi în mod similar să notăm cu X_{ik} cantitatea în tone care se transportă la lucrarea L_k.

De asemenea, să notăm cu C_{tik} costul în lei al transportului unei tone din acelaşi sortiment pînă la lucrarea L_k. Unitatea producătoare P_i livrează deci sortimentul considerat, atît pentru fabricile de beton F_j, cît şi pentru diferite lucrări L_k.

Presupunînd că avem u locuri de producţie, m fabrici de beton şi v lucrări unde se expediază sortimentul considerat, rezultă :

$$i = 1, 2 \ldots u$$

$$j = 1,\ 2 \ldots m$$

$$k = 1,\ 2 \ldots v.$$

Este în interesul economiei naţionale ca pentru sortimentul considerat, d, costul C_d al materialului expediat într-un an, inclusiv costul transportului acestuia la locurile de consum, să fie minim, adică :

$$C_d = \sum_{i=1}^{u} \sum_{j=1}^{m} (C_{pi} + C_{tij})\, X_{ij} + \sum_{i=1}^{u} \sum_{k=1}^{v} (C_{pi} + C_{tik})\, X_{ik} = \text{minim}. \tag{7}$$

Avem condiţiile :

$$X_{ij} \geqslant 0\,;\ X_{ik} \geqslant 0. \tag{8}$$

Scriem un sistem de u ecuaţii, în care i ia în fiecare ecuaţie pe rînd valorile 1, 2, . . . u şi prin care exprimăm că din locul de producţie P_i nu se poate expedia într-un an la toate fabricile de beton F_j şi la toate lucrările L_k decît cantitatea de care dispune P_i notată p_i : obţinem u ecuaţii de forma :

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ij} + \sum_{k=1}^{v} X_{ik} = p_i. \tag{9}$$

Scriem un sistem de m ecuaţii, în care j ia în fiecare ecuaţie pe rînd valorile 1, 2, . . m şi prin care exprimăm că fiecare fabrică de beton nu poate primi decît cantitatea din sortimentul considerat de care are nevoie timp de un an, a_j ; obţinem m ecuaţii de forma :

$$\sum_{i=1}^{u} X_{ij} = a_j. \tag{10}$$

In mod analog mai scriem un sistem de v ecuaţii, în care k ia în fiecare ecuaţie pe rînd valorile 1, 2, . . . v şi prin care exprimăm că fiecare lucrare L_k nu poate primi într-un an decît cantitatea din sortimentul considerat de care are nevoie în acest interval de timp, b_k ; obţinem v ecuaţii de forma :

$$\sum_{i=1}^{u} X_{ik} = b_k. \tag{11}$$

Mai trebuie îndeplinită condiţia ca întreaga cantitate din sortimentul considerat $\sum_{i=1}^{u} p_i$ expediată timp de un an din locurile de producţie P_i, să fie egală cu cantitatea totală $\sum_{j=1}^{m} a_j$ necesară în acest interval de timp fabricilor F_j, plus cantitatea totală $\sum_{k=1}^{v} b_k$ necesară la lucrările L_k, adică :

$$\sum_{i=1}^{u} p_i = \sum_{j=1}^{m} a_j + \sum_{k=1}^{v} b_k. \tag{12}$$

Prin aplicarea metodei programării liniare, ţinînd seamă de condiţiile arătate mai sus (8, 9, 10, 11 şi 12), determinăm cantităţile X_{ij} şi X_{ik}, astfel ca C_d (7) să aibă valoarea minimă (9).

Să presupunem că pentru realizarea betonului, fiecare fabrică de beton are nevoie de un număr de w sortimente de materie primă ($d = 1, 2, \dots w$). În acest caz, costul tuturor sortimentelor de materie primă necesare timp de un an fabricii F_j, inclusiv costul transportului acestora pînă la fabrică (C_{MPj}), este dat de relația :

$$C_{MPj} = \sum_{d=1}^{w} \sum_{i=1}^{u} (C_{pi} + C_{tij}) X_{ij} . \qquad (13)$$

Costul tuturor sortimentelor de materie primă necesare pe timp de un an tuturor fabricilor F_j, inclusiv costul transportului acestora de la locul de producție la fabricile de beton, este dat de relația :

$$C_{MPm} = \sum_{j=1}^{m} C_{MPj} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{d=1}^{w} \sum_{i=1}^{u} (C_{pi} + C_{tij}) X_{ij} . \qquad (14)$$

C_{MPm} determinat ca mai sus este un cost minim la nivelul economiei naționale.

g) Pentru transportul betonului de la fabricile de beton F_j la obiectele în execuție O_e ($e = 1, 2, \dots r$) trebuie să alegem în primul rînd mijlocul de transport cel mai convenabil. Să notăm cu Z_{je} cantitatea de beton în tone, necunoscută, care se transportă de la fabricarea de beton F_j la obiectul în execuție O_e și cu C_{tje} costul în lei al transportului unei tone de beton de la F_j la O_e.

Costul total al transportului betonului, timp de un an, de la toate fabricile de beton la toate obiectele în execuție, C_{tbmr} are valoarea :

$$C_{tbmr} = \sum_{j=1}^{m} \sum_{e=1}^{r} Z_{je} C_{tje} . \qquad (15)$$

Determinăm cantitățile necunoscute Z_{je} din relația :

$$C_{tbmr} = \text{minim} \qquad (16)$$

ținînd seamă de condiții similare cu cele arătate la punctul *f* de mai sus.

h) Să presupunem că în localitatea sau la grupul de șantiere pentru care facem studiul nu există nici o fabrică de beton. Să examinăm pentru cazul studiat care e expresia indicatorului cheltuielilor echivalente (4) :

$$C_E = I_j + D_N C_j = \text{minim}.$$

Ținem seamă că cheltuielile de producție pe un an, C_j, se compun din :

— cheltuielile anuale minime pentru materia primă, inclusiv transportul acesteia pînă la fabricile de beton (14) ;

— costul fabricației betonului pe timp de un an $\sum_{j=1}^{m} C_{bj} I_j$, exclusiv costul materiei prime și al transportului betonului la locurile de consum.

În aceste condiții, pentru cazul unui număr de m fabrici de beton, formula cheltuielilor echivalente (4) devine :

$$C_{Em} = \sum_{j=1}^{m} (I_{j\,int} + I_{j\,ext}) + D_N \left(C_{MPm} + \sum_{j=1}^{m} C_{bj} Y_j + C_{tbmr}\right). \qquad (17)$$

Pentru cazul particular al unei singure fabrici de beton ($m = 1$), formula (17) are forma simplificată :

$$C_{E1} = I_{1\,int} + I_{1\,ext} + D_N (C_{MP1} + C_{b1} Q + C_{tb1r}) \qquad (18)$$

în care :

$$C_{MP1} = \sum_{d=1}^{w} \sum_{i=1}^{u} (C_{pi} + C_{ti1}) X_{i1} \qquad (19)$$

$$C_{tb1r} = \sum_{e=1}^{r} Z_{1e} C_{t1e} . \qquad (20)$$

i) Pentru a soluționa problema pusă, în primul rînd se identifică toate amplasamentele posibile pentru fabrica de beton. Se face la început ipoteza construirii unei singure fabrici de beton, calculîndu-se cheltuielile C_{E1} cu formula (18), pentru toate amplasamentele posibile ; notăm soluția pentru care cheltuielile echivalente sînt minime.

Presupunem apoi că vom construi două fabrici de beton F_1 și F_2, între capacitățile cărora trebuie să existe relația :

$$Y_1 + Y_2 = Q. \qquad (21)$$

Facem toate combinațiile posibile între capacități și amplasamente și calculăm pentru fiecare combinație cheltuielile echivalente C_{E2} cu ajutorul formulei (17) ; notăm combinația pentru care C_{E2} are valoarea cea mai mică.

În mod similar studiem cazul a 3, 4, . . . m fabrici de beton.

Comparînd cheltuielile echivalente minime pentru fiecare din combinațiile arătate, alegem combinația pentru care cheltuielile echivalente reprezintă minimum minimorum. Avînd în vedere numărul mic de amplasamente posibile și numărul nu prea mare de fabrici de beton ce poate fi adoptat în mod practic, apreciem că numărul încercărilor ce trebuie efectuate nu e prea mare. Natural că soluția aleasă trebuie analizată și din punctul de vedere al celorlalți indicatori care fundamentează eficiența economică a unității productive.

III. ORGANIZAREA TRANSPORTULUI BETONULUI

Organizarea transportului betonului de la fabricile F_j la obiectele în execuție O_e, după alegerea mijlocului de transport cel mai adecvat, trebuie astfel făcută încît să asigure, în principal, realizarea următoarelor obiective :

— asigurarea folosirii depline a capacităților de producție la punctele de preparare a betonului ;

— asigurarea cu cantitățile de beton necesare a obiectelor în execuție ;

— folosirea deplină a capacităților de transport ale mijlocului de transport ales.

La acest rezultat se poate ajunge folosind organizarea transportului pe bază de grafic, punînd condițiile ca fiecare mijloc de transport că nu aștepte prea mult nici la încărcare și nici la descărcare. Studiind toate posibilitățile, se poate ajunge la un grafic de transport care să ducă la folosirea cît mai bună a mijloacelor de transport, în condițiile arătate mai sus. Este necesar ca realizarea graficului de transport să fie urmărită prin sistemul dispecer.

Pentru a lua în considerare și cazul cînd ar putea interveni unele perturbări în realizarea transporturilor, se recomandă să se facă verificări cu ajutorul metodei șirurilor de așteptare.

Bibliografie

[1] * * * *Congresul al IX-lea al P.C.R.* București, Ed. politică, 1965.

[2] Nicolae Ceaușescu : *Cuvîntare la Consfătuirea pe țară a lucrătorilor din construcții ; 26 februarie 1966*. București, Ed. politică, 1966.

[3] Nicolae Ceaușescu : *Cuvîntare la Consfătuirea consacrată activității de proiectare în domeniul construcțiilor ; 27 ianuarie 1967*. București, Ed. politică, 1967

[4] * * * : *Directivele C.C. al P.C.R. cu privire la perfecționarea conducerii și planificării economiei naționale corespunzător condițiilor noii etape de dezvoltare socialistă a României*. București, Ed. politică, 1967.

[5] Nicolae Ceaușescu : *Raport la Conferința Națională a Partidului Comunist Român — decembrie 1967*. București, Ed. politică, 1967.

[6] * * * Academia R. S. România — Institutul de cercetări economice, *Eficiența economică a investițiilor*. București, Ed. Acad. R.S.R., 1967.

[7] Vlad O ; *Necesitatea adîncirii analizei indicatorilor tehnico-economici ai investițiilor productive*. Lucrare prezentată la colocviul științific cu tema : Probleme teoretice și metodologice ale determinării eficienței economice a investițiilor, decembrie 1967, organizat de Institutul de cercetări economice al Academiei R.S. România.

[8] Vlad O ; *Plan operativ lunar de transport pe calea ferată*, Viața economică, nr. 9, 1966.

[9] Mihoc G., Ionescu H. M. ; *Bazele matematice ale programării liniare*. București. Ed. științifică, 1965.

DOUĂ CONSTRUCȚII SPORTIVE MODERNE ÎN STATELE UNITE

A. *O mare tribună pentru arena din Madison Square Garden*

În orașul New York, exact în fața gării Pennsylvania, s-a ridicat recent o tribună imensă în șarpantă metalică destinată centrului de atracții din Madison Square Garden. După cum se poate vedea în figura 1, este vorba de o lucrare circulară cu diametrul exterior de 130 m și cu o înălțime de 46 m. Construcția, care va cuprinde 20 234 de locuri pe scaune, va necesita 14 000 t de oțel pentru structura portantă și va costa peste 45 milioane de dolari.

Arena propriu-zisă se află la 13,70 m peste nivelul șoselei și este constituită din grinzi metalice sudate pe care sînt bulonate tole formînd suprafața de circulație. Dedesubt se află încă două etaje, cuprinzînd un teatru cu 5 000 de locuri, un cinematograf cu 500 de locuri, un așa-zis „panteon'', o galerie de artă și o popicărie cu 48 de piste.

Fațada exterioară este realizată din plăci prefabricate de beton. În lungul conturului exterior al vederii în plan se găsesc 48 de stîlpi susținînd la partea superioară un inel comprimat constituit din 48 de segmente chesonate, asamblate între ele prin sudură, avînd fiecare 7,60 m lungime, 0,915 m înălțime și 2,44 m lățime. Acest inel, executat dintr-un oțel cu limită elastică ridicată, rezistent la intemperii, formează și streașina acoperișului suspendat. Centrul acoperișului este constituit de un inel de tracțiune cîntărind 105 t din oțel aliat cu mangan și vanadiu și avînd un diametru exterior de 12,50 m. Inelul exterior de compresiune și cel interior de tracțiune sînt legate între ele prin 48 de cabluri de oțel dispuse ca spițele unei roți de bicicletă, astfel că lucrarea nu mai necesită niciun reazem interior. Fiecare din aceste cabluri are un diametru de 95 mm și cuprinde 271 de toroane galvanizate, avînd o forță portantă totală de 750 t.

Greutatea totală a cablurilor acoperișului atinge 164 t.

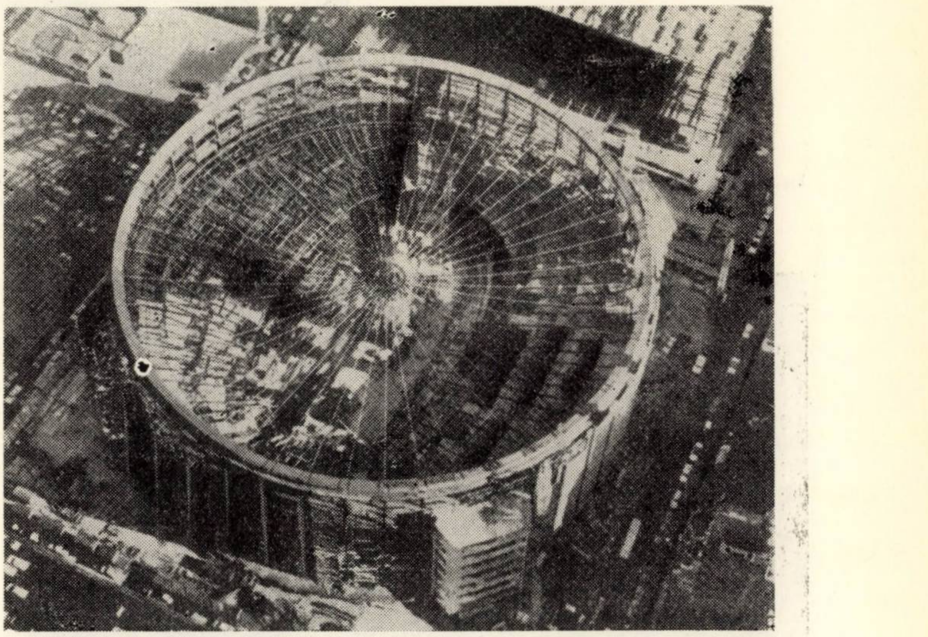
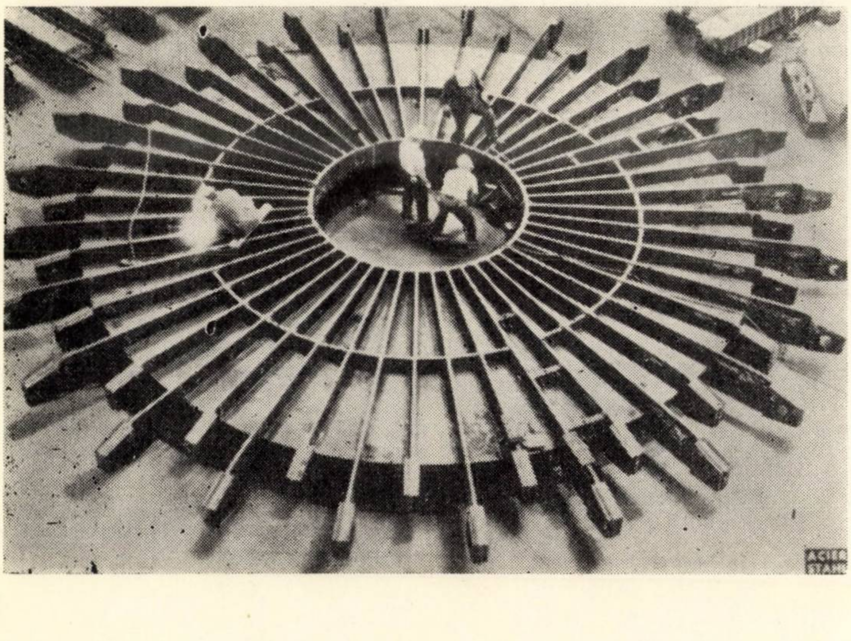


Fig. 1. Vedere aeriană a șarpantei aproape complet terminate a tribunei acoperite cu un acoperiș suspendat. Inelul de tracțiune din centru reazemă încă pe un suport provizoriu. Acesta din urmă va fi înlăturat de îndată ce acoperișul va fi realizat, la fel ca și macaraua de montaj de 20 t care se găsește încă în acest punct

Fig. 2. Inelul de tracțiune al acoperișului suspendat. Elementul este constituit din patru segmente asamblate între ele, pe șantier, cu sudură. La rîndul lor, aceste segmente sînt formate din tije puternice ansamblate prin sudură



B. *Coliseumul memorial din ținutul Dane*

Pe măsură ce se mărește densitatea populației și se creează noi complexe industriale de mare concentrare umană, se resimte din ce în ce mai mult necesitatea de a se dispune de hale putînd fi utilizate în scopuri multiple. Pentru astfel de construcții, șarpantele pentru acoperiș fără reazeme intermediare constituie o cerință determinantă. Din motive statice și economice, în aceste cazuri se preferă un traseu în plan de formă eliptică sau circulară.

Coliseumul memorial din ținutul Dane (Wisconsin S.U.A.) constituie un exemplu remarcabil pentru astfel de hale. Această hală a fost concepută pentru a acoperi 7 500 de locuri pe scaune și are un diametru de 94 m. Acoperișul are forma unei umbrele, cu ferme radiale în arc constituite din profiluri I cu lățime de 457 mm, a căror greutate variază de la 156 kg/m la margine pînă la 86 kg/m în centrul halei. Ele au un traseu curb unind partea superioară a stîlpilor de contur, situată la înălțimea de 15,30 m, cu centrul halei la înălțimea de circa 30 m. Între ferme, acoperișul este format din sectoare radiale ondulate compuse din profiluri celulare de oțel galvanizat, asamblate între ele prin piese speciale de ajustaj și sudate de fermele în arc și de contravînturile lor. La fața inferioară a acoperișului s-a montat o izolație fonică

Fig. 3. Montarea grinzilor constituind suprafața de circulație a arenei propriu-zise și tribuna, cu ajutorul unei macarale de 115 t. Tronsonul de grindă suspendat de macara are o lungime de 35 m, o înălțime de 4 m și cîntărește 96 t. În total, au fost montate 11 astfel de grinzi sudate și rigidizate

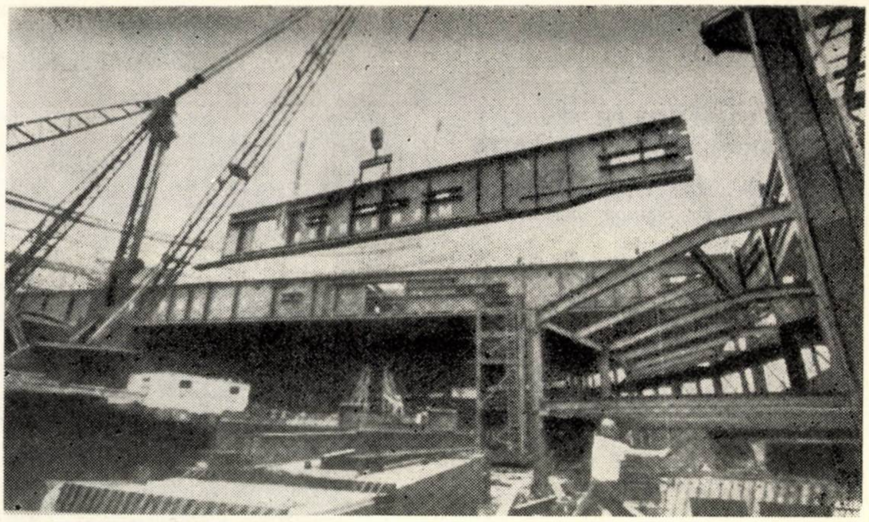
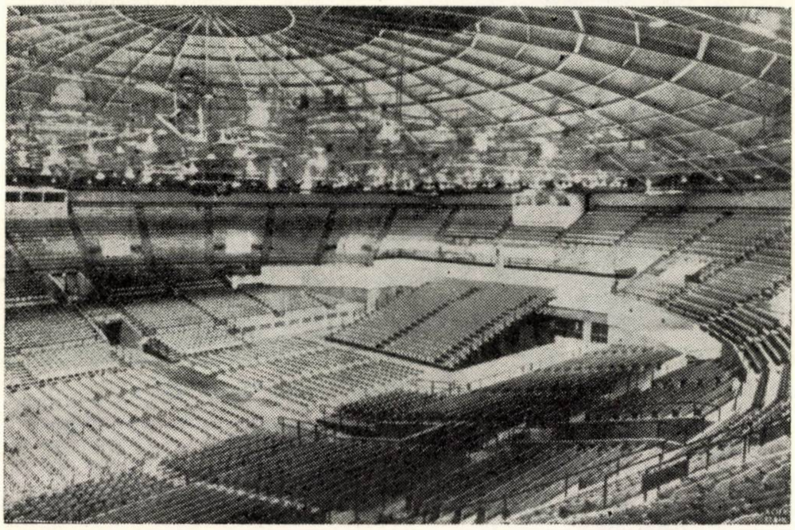


Fig. 4. Vedere interioară a Coliseumului memoria din ținutul Dane

↓



executată dintr-o saltea de fibre de sticlă.

Greutatea proprie a șarpantei acoperișului este de 86 kg/m². Încărcarea de calcul din zăpadă și din acțiunea vîntului a fost de 146 kg/m². În adînciturile ondulelor, în apropierea centrului acoperișului, adică acolo unde panta este relativ mică, s-au dispus cabluri electrice încălzitoare, destinate a topi eventualele aglomerări de zăpadă sau de gheață.

La o distanță de circa 30 m de hală se găsește sala mașinilor, tot de secțiune circulară. Ea conține instalațiile pentru climatizarea halei ca și echipamentul de congelare pentru patinoar.

Din *Acier-Stahl-Steel* nr. 7 — 8,1968

PODUL IOANIȚILOR PESTE RIN LA BASEL PROCEDEU DE EXECUȚIE ÎN CONSOLĂ COMBINAT CU RIPARE LATERALĂ

Vechiul pod al Ioaniților de la Basel a fost terminat în 1881. Tablierul său executat din oțel forjat permitea trecerea vehiculelor cu cai pe o șosea de 7,60 m lățime. Cele patru pile masive de piatră, amplasate în albia rîului, determinau gabarite fluviale de 30 m suficiente în momentul respectiv. Noul pod are o șosea de 14 m lățime adaptată circulației automobile actuale și două trotuare de cîte 3,25 m lățime. Circulația fluvială este sensibil ameliorată prin suprimarea celor două pile centrale ale vechiului pod, creînd un gabarit navigabil de peste 130 m. Tablierul continuu pe trei deschideri 61+137+59 m atinge astfel o lungime totală de 260 m.

Proiectul inițial al administrației prevedea un pod de beton armat executat pe pile provizorii alăturate celor existente și ripat ulterior în amplasament, după demolarea celui existent.

În proiectul de execuție elaborat de firma Züblin din Zürich și Basel (fig. 1) s-a luat în considerație o soluție de execuție diferită (fig. 2) comportînd succesiv:

— construcția, peste nivelul apei, a două console din beton precomprimat pe fețele laterale ale fiecăreia din cele două pile menținute;

— construcția a două semitabliere prin metoda în consolă, alăturate vechiului tablier rămas în serviciu;

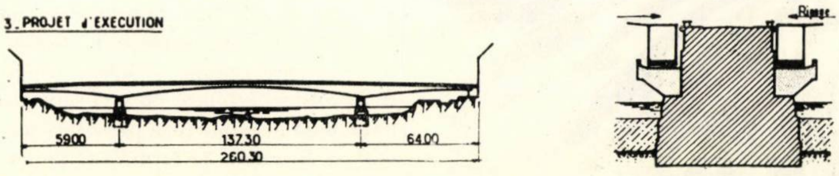
— demolarea vechiului tablier, după trecerea circulației pe cele două semitabliere;

— riparea celor două semitabliere pe glisiere de teflon.

De observat că soluția adoptată nu este posibilă decît datorită faptului că pilele existente au o rezervă suficientă în ceea ce privește forța portantă.

În figura 3 se prezintă o secțiune longitudinală și secțiunile transversale ale tablierului. Extradosul podului este realizat în arc de cerc cu raza de 7 500 m; dala de circulație este susținută pe două grinzi-cheson.

Datorită utilizării precomprimării, înălțimile chesoanelor au putut fi limitate la 2,60 m la mijlocul deschiderii, 6,60 m în dreptul reazemelor de pe pile și 3,00 m la capetele tablierului. În raport cu deschiderea mare de 137 m, înălțimea de construcție la mijlocul lucrării nu reprezintă decît 1 :53 m, ceea ce dă construcției o mare finețe.



a)

b)

Fig. 1

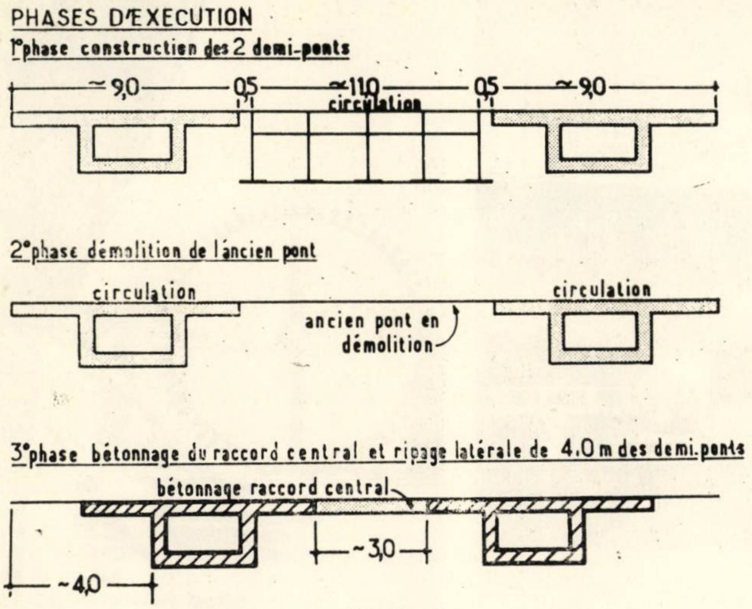

PHASES D'EXECUTION
1°phase construction des 2 demi-ponts
≈9,0
0,5
≈11,0
circulation
0,5
≈9,0
2°phase démolition de l'ancien pont
circulation
circulation
ancien pont en démolition
3°phase bétonnage du raccord central et ripage latérale de 4,0 m des demi-ponts
bétonnage raccord central
~3,0
~4,0

Fig. 3

Cele patru puncte de reazem ale tablierului sînt echipate după cum urmează:

— una din pilele din albie cu un aparat de reazem fix, din oţel turnat, permiţînd rotiri;

— cealaltă pilă din albie cu un aparat de reazem mobil din oţel turnat, cu rulouri, permiţînd atît rotiri, cît şi deplasarea în sens longitudinal;

— cele două culee cu aparate de reazem cu ancoraj vertical.

Construcţia semitablierelor porneşte simultan cu patru console din dreptul pilelor. Deschiderile marginale sînt betonate în tronsoane de cîte 4,20 m în cofrajul special pentru execuţia în consolă, dar circulînd pe un eşafodaj executat pe pămînt. Un cofraj asemănător, dar suspendat de astă dată de cărucioarele speciale, avansează către mijlocul fluviului în salturi de cîte 4,00 m. Ulterior, cele două console sînt solidarizate prin fascicule pretensionate. În figura 4 este prezentat schematic filmul execuţiei tablierului.

Cărucioarele de suspendare a cofrajului erau executate pînă acum din lemn sau metal şi se deplasau pe role. La această lucrare s-a considerat mai raţional a se trece la construcţia cărucioarelor din elemente prefabricate de beton armat, asamblate cu cabluri pretensionate (fig. 5 şi 6) deplasabile pe glisiere de tefon.

Executanţii apreciază că noul dispozitiv prezintă următoarele avantaje:

— rigiditatea excelentă a căruciorului, evitînd orice deformare dăunătoare la punerea sub sarcină;

— simplitatea şi siguranţa glisierelor din teflon, eliminînd orice improvizaţie pe şantier şi orice risc de rupere;

— jenare minimă a şantierului de execuţie în consolă.

În ceea ce priveşte alcătuirea celor patru puncte de rezemare ale căruciorului, ea este realizată ca în figura 7: pastila de teflon este fixată de partea inferioară a stîlpului, cu interpunerea unei plăci de oţel. Calea de rulare este constituită dintr-un fier U umplut cu beton şi prevăzut cu o tolă de oţel crom-nichel. Suprafaţa unei plăci de teflon este de 120×260 mm pentru o forţă de rezemare putînd atinge 35 t, efortul maxim de compresiune pe teflon fiind astfel de ordinul a 100 kg/cm². Coeficientul de frecare variază între 0,02 şi 0,08; forţa necesară pentru deplasarea căruciorului este mică.

Precomprimarea s-a realizat cu fascicule tip BBRV variind de la 20 Ø 6 la 55 Ø 6 mm, cu care se realizează forţe de precomprimare de 62— 190 t. Canalele pentru fascicule se realizează cu tuburi de material plastic recuperate după betonare.

Betonul este confecţionat în uzină, transportat cu betoniere aduse şi ridicate la nivelul tablierului cu ajutorul celor două macarale-turn instalate pe cele două maluri.

Riparea cu cîte 5,60 m a celor două semitabliere, avînd fiecare cîte 3 000 t, a fost realizată pe reazeme de teflon şi pe o cale de rulare concepute ca cele descrise pentru cărucior, pastilele de teflon fiind fixate în acest caz direct sub aparatele de reazem definitive.

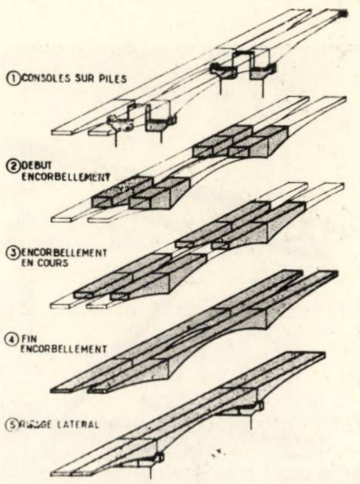
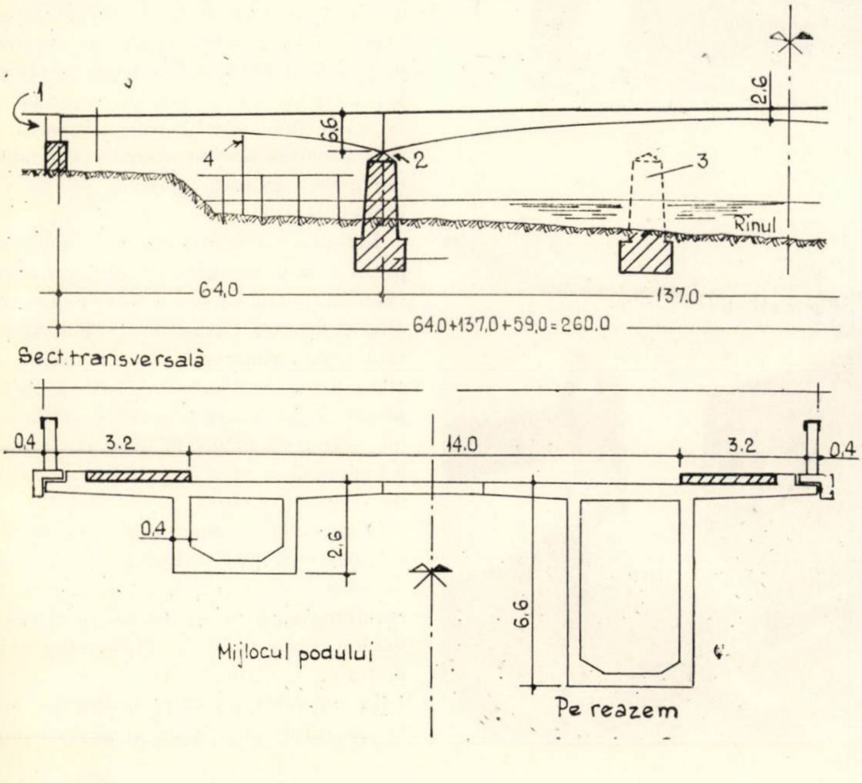

① CONSOLES SUR PILES
② DEBUT ENCORBELLEMENT
③ ENCORBELLEMENT EN COURS
④ FIN ENCORBELLEMENT
⑤ RIPAGE LATERAL

Fig. 4

Fig. 3


1
4
2
3
2,6
6,6
Rînul
64,0
137,0
64,0+137,0+59,0=260,0
Sect. transversală
0,4
3,2
14,0
3,2
0,4
0,4
2,6
6,6
Mijlocul podului
Pe reazem

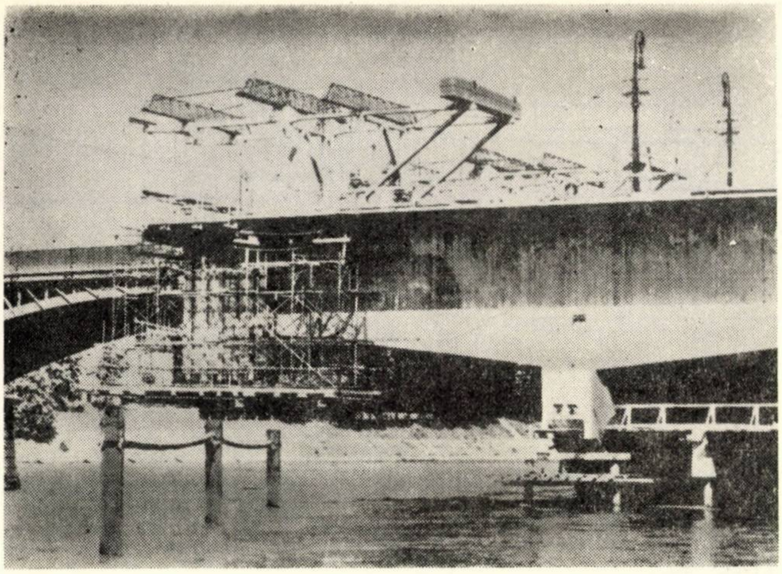


Fig. 5

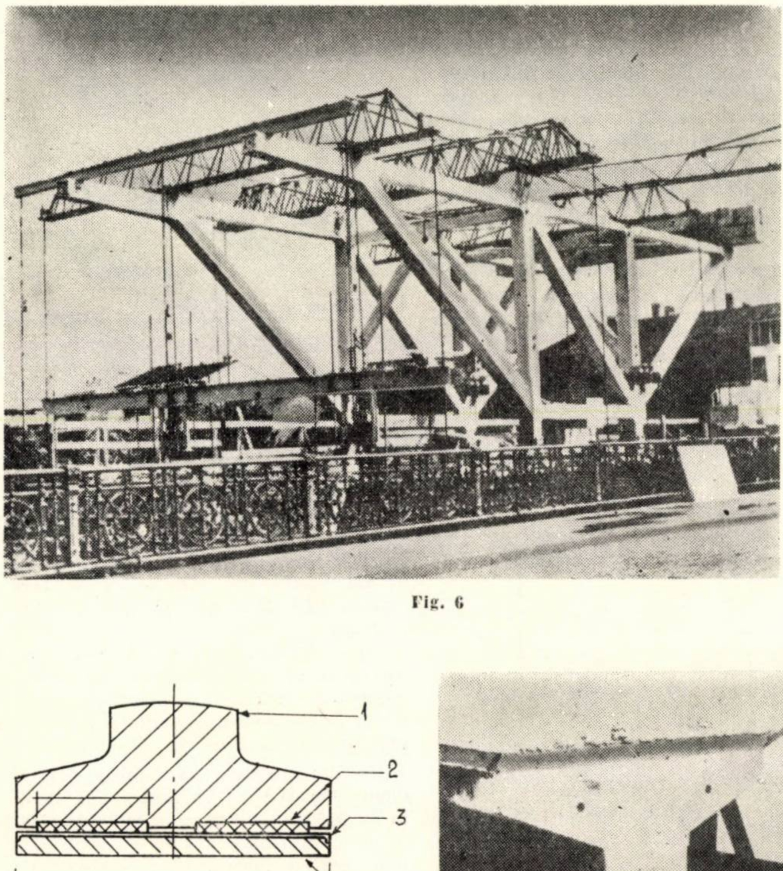


Fig. 6

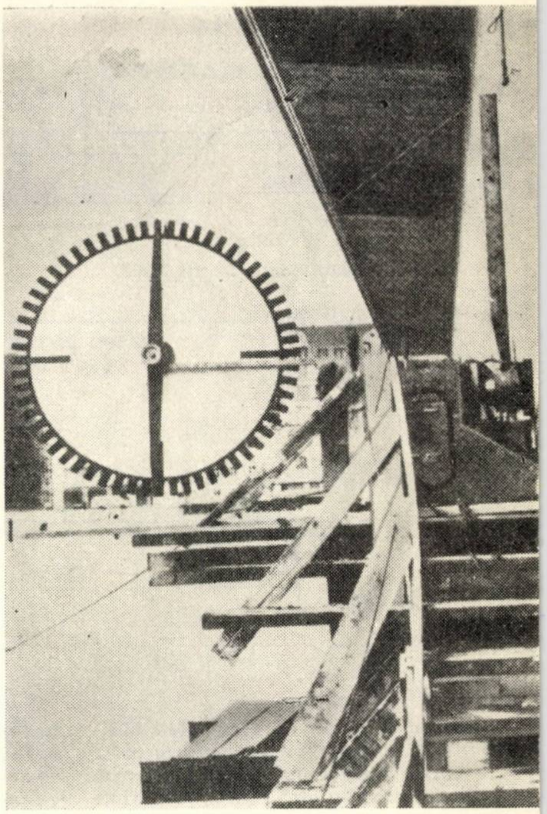


Fig. 9

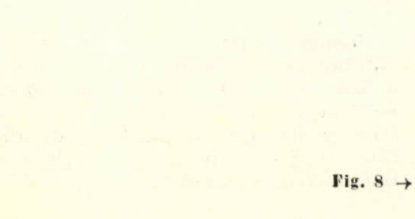


Fig. 7

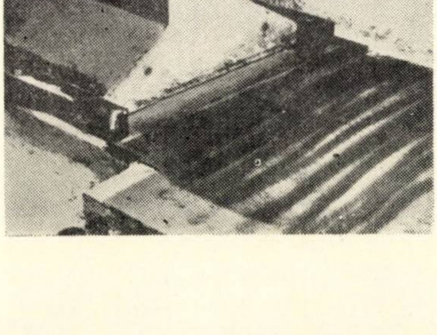


Fig. 8 →

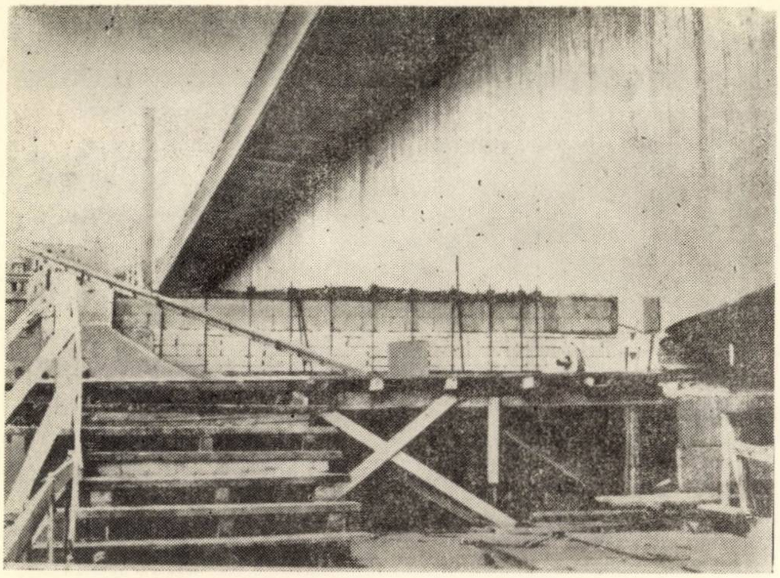
Fiecare aparat de reazem din oţel turnat, cu o suprafaţă de 500×1 030 mm este prevăzut cu cîte două plăci de teflon de 180 × 990 mm (fig. 8), compresiunea în timpul ripajului atingînd 160 kg/cm^2.

Pentru sarcina totală de 6 000 t şi ţinînd seamă de variaţia coeficientului de frecare între 0,02 şi 0,08, efortul total necesar pentru ripare se situează între 120 şi 480 t. El se repartizează pe jumătate pe cele două pile, reacţiunile pe culee fiind practic nule. Riparea se face simultan pentru ambele semitabliere pentru ca încărcarea pe pile să rămînă centrată.

În figura 9 se arată un aspect de la începutul ripării laterale : se observă presa rezemată pe un suport solidar cu consola pilei şi acţionînd asupra feţei chesonului tablierului. Riparea se face în trepte de cîte 9 cm, corespunzătoare cursei presei ; după fiecare treaptă se introduce un cablaj de beton în grosime tot de 9 cm, pînă ce se atinge lungimea finală de ripare (fig. 10).

După riparea celor două semitabliere, circulaţia pe pod, întreruptă numai pe intervalul de timp necesar ripării, se restabileşte, în continuare turnîndu-se pe loc placa de 3 m lăţime din axul podului.

În concluzia prezentării lucrării este important de menţionat că autorul (ing.



W. Thoma, din Direcţia generală a întreprinderilor Züblin-Perrière, consideră că procedeul de execuţie în consolă a podurilor prezintă interes atunci cînd eşafodajul care ar trebui realizat în cazul execuţiei tradiţionale ar limita gabaritele de navigaţie sau în cazul unor terenuri de fundare puţin stabile. Adaptarea acestui procedeu — combinat cu riparea laterală — la podul prezentat nu a urmărit realizarea unui record în ceea ce priveşte rapiditatea execuţiei, ci, în primul rînd, asigurarea continuităţii circulaţiei rutiere.

Din *Travaux*, iunie, 1968

← Fig. 10

BETONUL UŞOR UTILIZAT LA EXECUŢIA UNOR PODURI ÎN R. F. G.

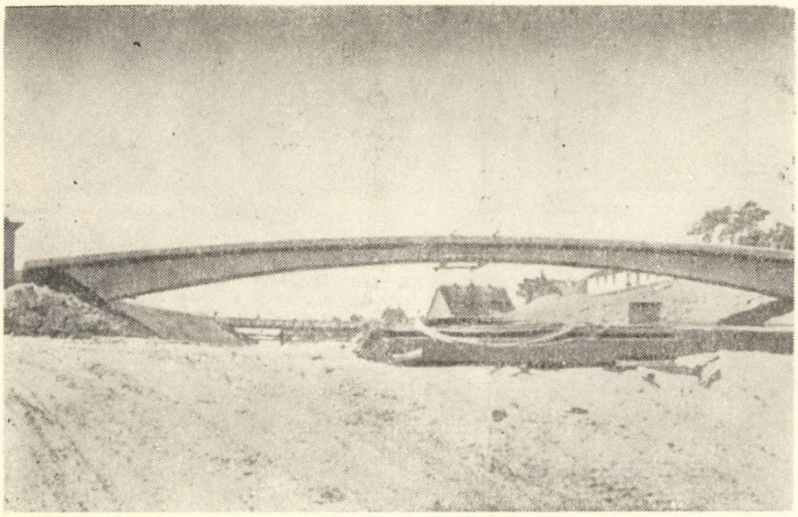


Fig. 1

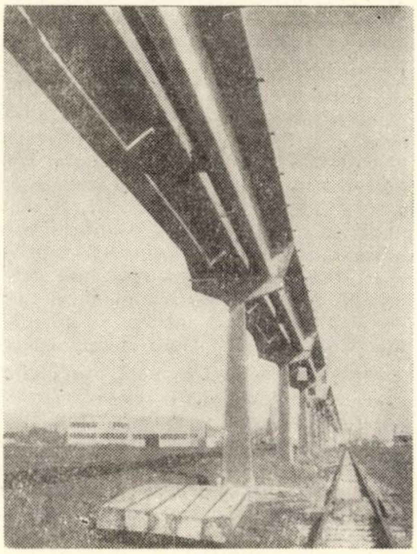


Fig. 2

Pasarela Hamburg (fig. 1) avînd o deschidere de 23,00 m a fost executată din beton uşor B 300, cu o greutate volumetrică medie de 1,6 t/m^3. Utilizarea betonului uşor a permis o reducere a costului total al lucrării cu peste 10%.

La Wunstorf s-a executat un pod de 1 200 m lungime pentru bandă transportoare (fig. 2) din elemente prefabricate executate într-un atelier de şantier din beton uşor B 300 cu greutatea volumetrică de 1,6—1,7 t /m^3. Cele 120 grinzi cu placă au fiecare o greutate de 11,8 t şi o lungime de 20 m. Cele două grinzi T alăturate au fost legate între ele cu antretoaze de capăt şi cu cîte o antretoază la mijlocul fiecărei deschideri. Tot din beton uşor au fost executate şi unele infrastructuri.

Din *Beton*, nr. 6, 1968

O PASARELĂ ACOPERITĂ SUSPENDATĂ DE ACOPERIŞUL EI

În legătură cu extinderea, dincolo de autostrada Hempstead Turnpike, a Universităţii Hostra din Hempstead, Long Island, New York, a apărut necesitatea executării unei pasarele care să permită accesul între clădirile situate de o parte şi de alta a autostrăzii. Dat fiind amplasamentul ei, această pasarelă trebuia să aibă o lungime totală de 110 m, cu o deschidere centrală liberă de circa 40 m. De asemenea, apărea logic ca — în măsura în care se putea găsi o soluţie economică — pasarela să fie acoperită.

Studiile preliminare au arătat că este posibil să se obţină o soluţie economică în beton dacă structura de rezistenţă este utilizată ca incintă de acoperire. După analizarea şi compararea a numeroase sisteme, ţinînd seamă de simetria construcţiei şi de lăţimea mare a pilelor — pentru a permite amplasarea unei staţii de transformare — s-a ajuns la concluzia că soluţia cea mai indicată este constituită dintr-o structură dublă cu console, care permite, în plus, şi executarea separată a celor două jumătăţi identice.

În figura 1 se prezintă vederea în plan și în elevație a pasarelei.

Sistemul de bază al consolelor și al contraforturilor este o placă cutată în grosime de circa 20 cm. Consolele propriu-zise (fig. 2) au forma unui canal cu înălțime și lățime variabilă. Calea de circulație este constituită din elemente prefabricate de beton ușor (fig. 3) suspendate de structura acoperișului cu ajutorul unor tiranți metalici care servesc și ca sprosuri pentru incinta de sticlă. Continuitatea căii de pod este realizată prin turnarea unui strat de aproximativ 5 cm grosime de beton ușor care acoperă fiarele sudate în dreptul fiecărui rost (cu excepția celui din centrul podului) și care are în același timp rolul de diafragmă orizontală pentru preluarea încărcărilor orizontale datorite acțiunii vîntului.

În placa acoperișului sînt amplasate cîte 14 fascicule postîntinse, practic rectilinii, pentru fiecare jumătate de pod, pretensionate dinspre capetele exterioare cu o forță totală de circa 1 360 t. În centru, între cele două jumătăți de structură, sînt prevăzute niște dornuri metalice (Ø 5 cm) care evită posibilitatea unor deformații verticale diferite, dar permit deformațiile relative orizontale, unul din capetele dornurilor fiind uns și învelit cu hîrtie.

Forma consolelor determină un efort maxim practic constant apropiat de cel admisibil (158 kg/cm^2) în fibra inferioară pe întreaga lungime ; podul rămîne comprimat în toate ipotezele. În ceea ce privește calculul pereților laterali, se subliniază că prin dimensiunile alese li oferă o siguranță suficientă împotriva voalării ; acest fenomen poate deveni însă determinant în dimensionarea în cazul reducerii grosimilor ca urmare a adaptării unui beton de marcă mai mare.

Datorită formei lor triunghiulare, eforturile de lunecare și eforturile principale de întindere rezultate sînt foarte mici. O atenție specială s-a acordat problemei transmiterii rezultantei eforturilor normale din placa acoperișului la pereții laterali : un mecanism simplificat, ima-

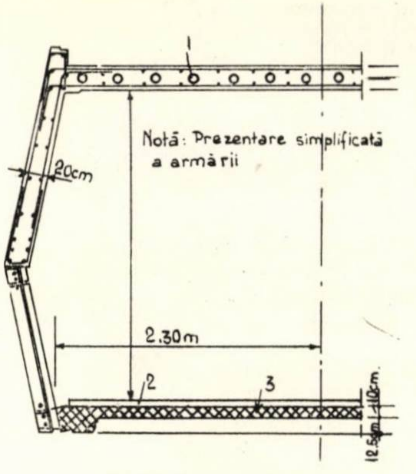


Fig. 2. Secțiune tipică

1. fascicule postîntinse; *2.* beton de 5 cm supraturnat; *3.* „calea prefabricată"

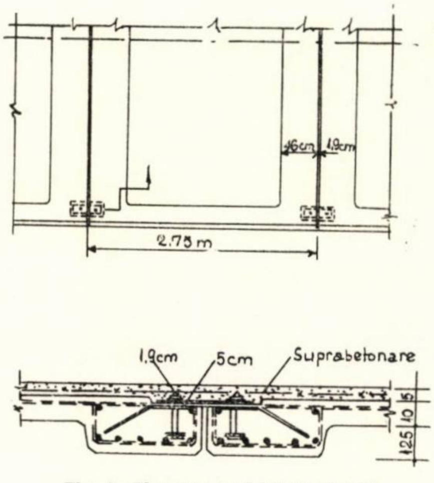


Fig. 3. Elemente prefabricate. Detalii

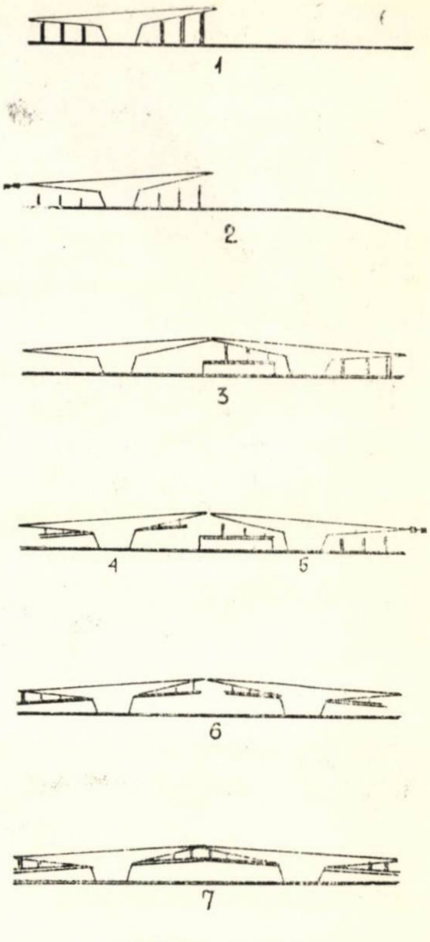
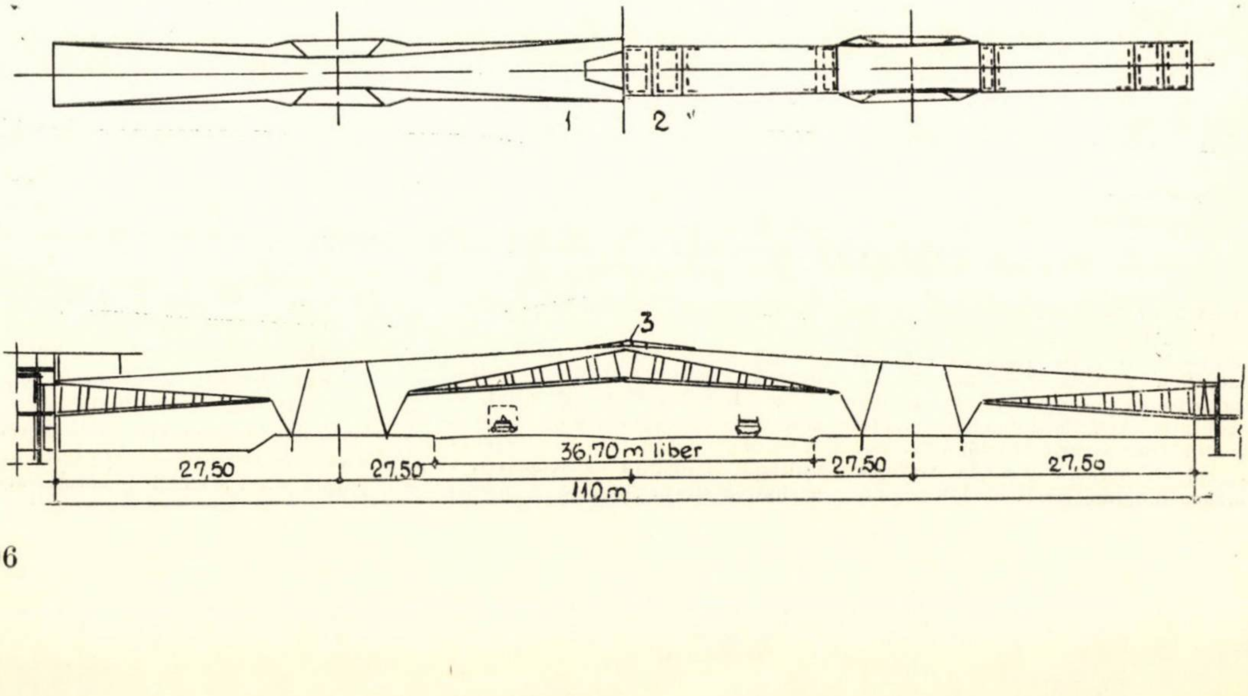


Fig. 4. Faze de execuție

1. turnarea pe eșafodaj a primei jumătăți de pod ; *2.* precomprimarea și descintrarea primei jumătăți de pod ; injectarea fasciculelor ; *3.* formarea pe eșafodaj a celei de a doua jumătăți de pod, cu menținerea unei lățimi libere de circulație pe autostradă de peste 15 m ; *4.* montarea elementelor prefabricate pentru calea de circulație ; *5.* precomprimarea și descintrarea celei de a doua jumătăți de pod ; injectarea fasciculelor ; *6.* montarea elementelor prefabricate pentru calea de circulație ; *7.* realizarea articulației centrale ; turnarea suprabetonării peste elementele căii, montarea elementelor de închidere a incintei și a restului elementelor de finisare

Fig. 1. Elevație și plan

1. planul acoperișului ; *2.* planul la nivelul căii ; *3.* axa de simetrie



ginat pentru această analiză, a dus la concluzia că mărimea eforturilor de lunecare este de aproximativ 4,7 kg/cm^2, reprezentînd numai 40% din efortul de lunecare calculat cu metoda obişnuită la grinzile încovoiate.

Cele două jumătăţi de pod au fost executate una după cealaltă, cu acelaşi set de tipare, controlîndu-se cu multă atenţie deformaţiile în diferitele faze, pentru a permite, în bune condiţii, închiderea construcţiei la mijloc. În figura 4 se pot urmări diferitele faze de execuţie.

Din *Journal of American Concrete Institute*, aprilie, 1968

PARKING SUBTERAN DIN BETON PRECOMPRIMAT

Parkingul subteran executat recent în Marea Britanie are un diametru de cca 56 m şi o înălţime de cca 14 m (fig. 1 şi 2). Rampa în spirală are o lăţime de cca 17 m şi este susţinută, fără reazeme intermediare, pe grinzi prefabricate de beton precomprimat cu secţiune. Panta rampei este în medie de 1/40, astfel încît spirala parcurge de aproape trei ori şi jumătate cercul complet. Pe rampă pot fi parcate 330 de turisme dispuse radial, atît spre peretele care formează cilindrul exterior, cît şi spre peretele cu diametrul interior de cca 20 m, care formează miezul central, înăuntrul căruia se găseşte rampa pentru pietoni cu o lăţime de cca 2,10 m, precum şi o scară.

Deasupra miezului central s-au amenajat o fîntînă şi un lac ornamental, la marginea căruia s-a amplasat puţul de ventilare cu un turn înalt de cca 12 m, placat cu granit.

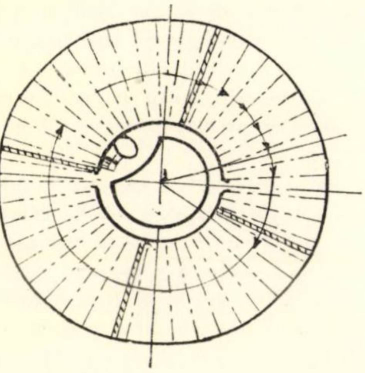


Fig. 1. Vedere în plan a structurii

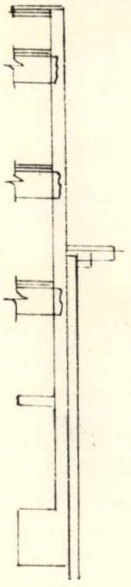


Fig. 3. Detaliu perete exterior

Grinzile prefabricate de beton precomprimat cu secţiunea, în greutate de 6—12 t, sînt susţinute de peretele exterior prin intermediul unor ,,buzunare'' formate în perete (fig. 3).

Fiecare grindă este aşezată orizontal şi cu aproximativ 6,5 cm mai sus decît grinda adiacentă; între grinzi se aşază dulapi de beton precomprimat de cca 6,5 cm grosime (fig. 4). Peste dulapi se toarnă un strat de beton cu grosime variabilă de la 5 la 12,5 cm, formînd astfel rampa. În timpul turnării acestui strat de beton, grinzile au fost sprijinite la mijlocul şi la sfertul deschiderii. După întărire, placa realizată din dulapi prefabricaţi şi betonul supraturnat conlucrează cu grinzile.

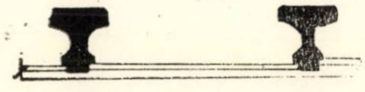
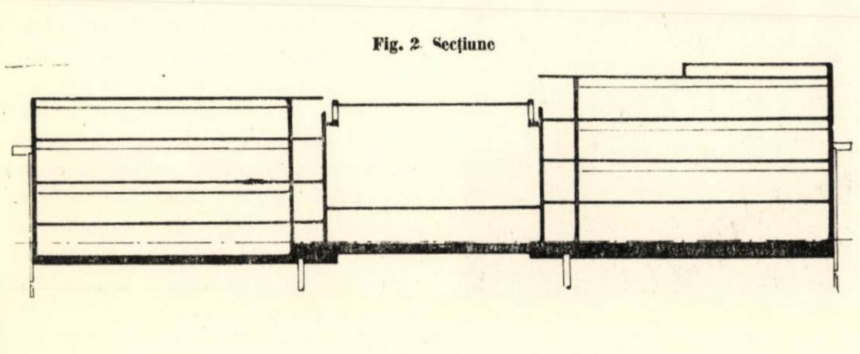


Fig. 4. Secţiune prin rampă

Din *N. Z. Concrete Construction*, vol. 12, nr. 6, 1968.

Fig. 2. Secţiune



REZERVOR DE BETON PRECOMPRIMAT IN NOUA ZEELANDĂ

Recent a fost terminată la Feilding execuţia unei structuri interesante (fig. 1) avînd următoarele caracteristici :

a) Construcţia unui rezervor de beton precomprimat în jurul şi încorporînd un vechi rezervor de beton armat.

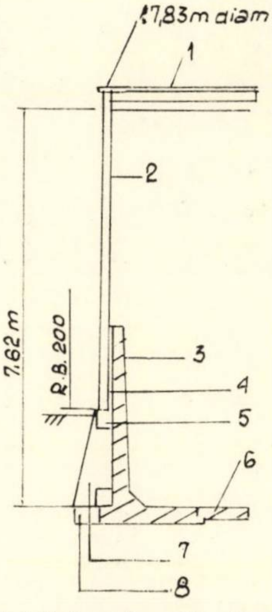


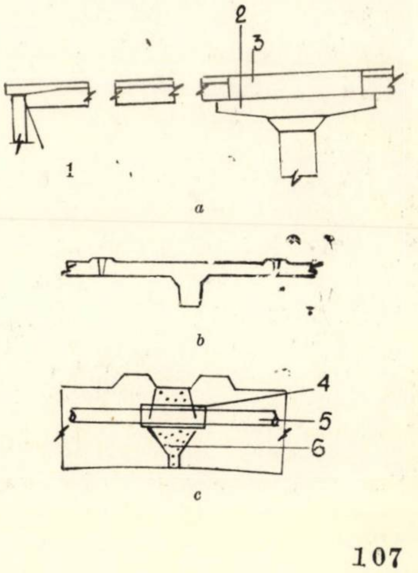
Fig. 1. Secţiune prin peretele existent şi cel nou

1. elemente prefabricate pentru acoperiş; *2.* elemente prefabricate pentru perete; *3.* perete iniţial; *4.* spaţiu umplut cu beton; *5.* grinzi inelare de beton precomprimat; *6.* radier existent; *7.* contrafort; *8.* grindă nouă de fundaţie

b) Execuţia unor fundaţii în afara vechiului rezervor, incluzînd nişte grinzi inelare de beton precomprimat, care consolidează şi peretele existent de beton armat.

Fig. 2. Detalii de execuţie

a. secţiune prin acoperiş; *1.* tampoane de neopren; *2.* capul stîlpului; *3.* beton turnat pentru monolitizare; *b.* realizarea rosturilor la acoperiş; *c.* rostul dintre elementele prefabricate la perete *4.* manşon; *5.* teacă; *6.* mortar injectat



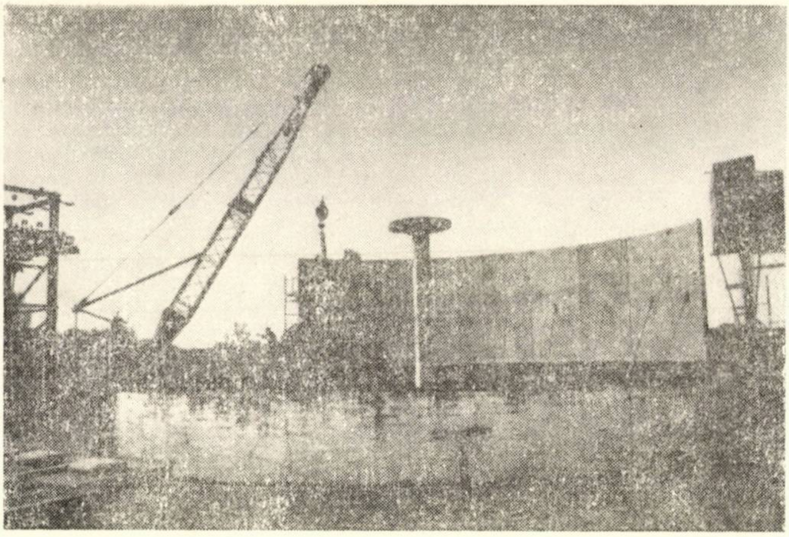


Fig. 3. Aspect de la execuție în timpul montării elementelor prefabricate

c) Realizarea prin injectare, în locul mortarului matat, a rosturilor verticale dintre elementele prefabricate ale peretelui.

d) Utilizarea la acoperiș a unor grinzi prefabricate din beton precomprimat.

Rezervorul existent de beton armat avea o înălțime de cca 3 m și era semiîngropat. După excavarea pămîntului s-a executat noua fundație cu cele două inele de beton precomprimat și contraforturi, după care s-a realizat umplutura de pămînt.

Elementele prefabricate pentru pereți, executate la o întreprindere de prefabricate, au fost precomprimate în direcție verticală cu armătură preîntinsă (toroane ∅ 11,5 mm), pe direcție orizontală, prevăzîndu-se canale pentru armătura postîntinsă.

Pentru a preveni aspectul neplăcut datorit nepotrivirilor la alinierea prefabricatelor, la suprafața lor exterioară, lîngă rosturile verticale, s-au prevăzut nervuri de cca 2,5 cm grosime și cca 7,5 cm lățime (fig. 2c). Elementele prefabricate au fost turnate cu fața interioară ca față de turnare, astfel încît fața exterioară executată pe tipar a permis obținerea unui finisaj și aspect excelent la exteriorul structurii.

Cele 28 de panouri prefabricate au fost așezate pe o suprafață perfect plană peste grinzile inelare de beton precomprimat, s-au completat și etanșat canalele pentru armăturile orizontale de precomprimare, după care s-au umplut, prin injectare, rosturile verticale dintre elemente.

Precomprimarea orizontală a peretelui s-a făcut cu 12 fascicule 12 ∅ 5 mm, în două etape: o jumătate înainte și o jumătate după umplerea cu beton a spațiului dintre peretele existent și elementele prefabricate.

Au fost apoi montate grinzile T de beton precomprimat ale acoperișului, rezemate pe peretele exterior și pe un stîlp central de beton armat. În aceste grinzi au fost prevăzute vergele de oțel-beton care au fost înglobate în betonul turnat pe loc la partea superioară a stîlpului central. În figura 2 (*a* și *b*) se pot vedea detalii de execuție a acoperișului, iar în figura 3 un aspect de la execuția structurii.

Noul rezervor are un diametru interior de 17,83 m și o înălțime de 7,62 m, capacitatea sa fiind de 1 800 m^3 față de 7,30 m^3 capacitatea vechiului rezervor.

Din *N. Z. Concrete Construction*
vol. 12, nr. 6, 1968

ZID DE SPRIJIN DIN BETON PRECOMPRIMAT

Pe Mairangi Road, Wellington (Noua Zeelandă), s-a executat un zid de sprijin din elemente prefabricate de beton precomprimat (fig. 1). Înălțimea maximă a zidului este de cca 9 m, iar înclinarea spre terasament de 20° față de verticală (aproximativ 1 : 3 1/2).

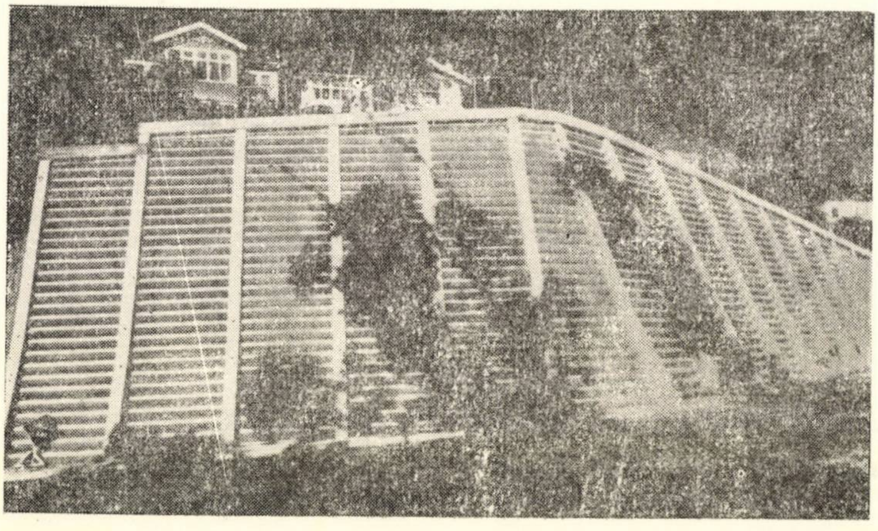
Stîlpii prefabricați sînt îngropați în fundații de beton sub nivelul drumului, lucrînd în consolă față de bază. Pentru condiții diferite de teren sau dacă zidul este executat vertical se pot utiliza și tiranți de ancorarea stîlpilor în terasament.

Pe fețele laterale ale stîlpilor s-au prevăzut niște șanțuri verticale care permit introducerea dulapilor prefabricați.

Atît stîlpii, cît și dulapii prefabricați au fost executați în fabrică și precomprimați cu ajutorul unor armături preîntinse.

Din *N. Z. Concrete Construction*,
vol. 12, nr. 6, 1968.

Fig. 1



PODUL DE BURGH IN SYDNEY, AUSTRALIA

Acest pod, care constituie una din noile lucrări executate pe inelul nr. 3 al metropolitanului din Sydney, este situat la o înălțime de circa 33,50 m peste rîul Lane Cover și are șase deschideri între 23,60 și 38,40 m, lungimea sa totală fiind de 185 m. Calea pe pod, pentru șase fire de circulație, are o lățime de 28,30 m.

Pentru a se putea executa o suprastructură cu înălțime mică, construită pe pile zvelte, care să se încadreze în frumusețea naturală a regiunii înconjurătoare, s-a recurs la utilizarea realizărilor tehnicii moderne în ceea ce privește betonul precomprimat din prefabricate.

Tablierul constă dintr-o placă subțire continuă obținută prin asamblarea unor elemente prefabricate de beton așezate alăturat pe toată lungimea podului, prevăzîndu-se un singur rost de dilatare; de asemenea, s-a prevăzut în arcul podului un rost longitudinal de 12 mm lățime. Elementele prefabricate au secțiunea în I și o lungime de circa 7 m, fiind executate în fabrici și transportate la șantier cu mijloace auto. Ele au fost asamblate prin rosturi de beton cu lățime nominală de

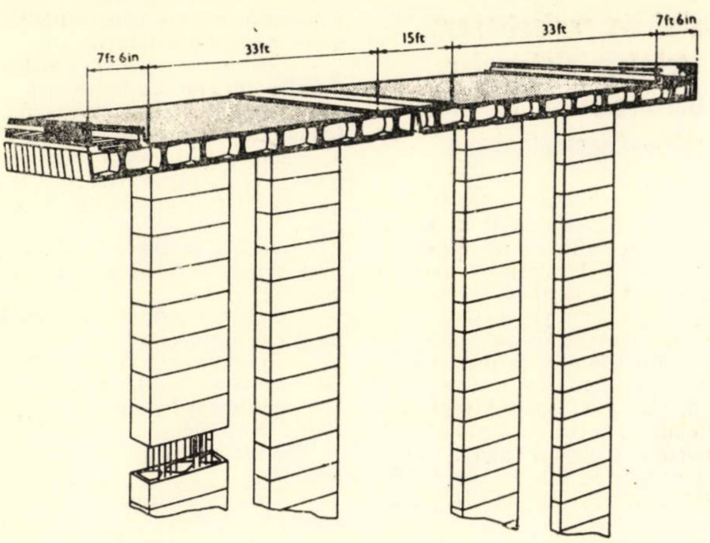


Fig. 1

7,6 cm, cu ajutorul unor toroane de 19 sîrme (Ø 29 mm) postîntinse de la ambele capete, realizîndu-se grinzi capabile să reziste între pile şi în consolă în afara lor. S-a obţinut astfel o structură în care momentele maxime pozitive şi negative au mărimi comparabile. Înălţimea totală a plăcii este de circa 1,15 m, respectiv un raport maxim deschidere/înălţime de 33,3.

Fiecare jumătate de tablier reazemă pe pile formate din cîte doi stîlpi zvelţi avînd lăţimea de 3,35 m şi grosimea de 0,84 m, în dreptul fiecărui şir de stîlpi executîndu-se, în golurile formate prin alăturarea grinzilor prefabricate, cîte o diafragmă de beton. Stîlpii înalţi din centrul podului au fost executaţi din elemente prefabricate cu goluri cu înălţimea de 1,68 m, cu rosturi de mortar de 6 mm grosime, precomprimate cu ajutorul a 16 bare Ø 32 mm din oţel de înaltă rezistenţă. Pilele mai scurte au fost turnate monolit.

Din *FIP-Notes*, iulie 1968

CRONICA

Simpozionul „Protecţia anticorozivă a construcţiilor"

La Mamaia, în zilele de 15—18 septembrie 1968, s-au desfăşurat sub auspiciile Comitetului de Stat pentru Construcţii, Arhitectură şi Sistematizare — C.S.C.A.S. — lucrările simpozionului ,,Protecţia anticorozivă a construcţiilor" organizat de Institutul de cercetări pentru construcţii şi economia construcţiilor — INCERC. La lucrările simpozionului au participat cadre didactice din institute de învăţămînt superior, cercetători ştiinţifici din cadrul Academiei R.S.R., al institutelor departamentale şi laboratoarelor centrale, reprezentanţi ai unor ministere şi organe centrale, precum şi numeroşi specialişti din institute de proiectare şi din întreprinderi de execuţie şi de producţie.

După salutul adresat participanţilor de către prof. ing. N. Drogeanu, vicepreşedinte al C.S.C.A.S., care a făcut unele recomandări pentru buna desfăşurare a lucrărilor simpozionului, ing. R. Constantinescu, director ştiinţific al INCERC, a expus stadiul actual şi de perspectivă al problemei protecţiei anticorozive a construcţiilor în ţara noastră cît şi aportul secţiei Protecţia contra coroziunii din cadrul INCERC, în primii săi cinci ani de funcţionare.

Programul a cuprins prezentarea de comunicări ştiinţifice şi vizite de studiu la poligoanele de coroziune ale INCERC şi ICPE de la Constanţa şi Agigea şi la lucrările de extindere a portului Constanţa. Au fost prezentate 25 de comunicări de către cercetători ştiinţifici de la INCERC şi de la alte institute şi instituţii care se ocupă cu problema coroziunii în construcţii.

Tematica simpozionului a cuprins probleme privitoare la coroziunea şi protecţia anticorozivă a construcţiilor şi elementelor de construcţii din beton, beton armat, beton precomprimat şi metalice, în :

— medii agresive naturale (ape cu CO_2 agresiv, soluri şi ape sulfatice, apă de mare şi climat marin, coroziune biologică), prezentîndu-se soluţii de protecţie prin realizare de betoane şi mortare de ciment cu rezistenţă chimică mărită, acoperiri cu pelicule din polimeri şi metalizări ;

— medii agresive industriale (industria chimică, petrolieră, uşoară, alimentară, construcţii de maşini etc.), prezentîndu-se soluţii de protecţie prin adaosuri de latexuri sintetice de cauciuc şi emulsii PAV în betoane şi mortare şi prin acoperiri cu pelicule şi mase de polimeri.

Comunicările prezentate au expus şi unele metode originale de laborator pentru cercetarea proceselor de coroziune a diverselor materiale, cum sînt metoda de determinare a acţiunii apelor cu CO_2 agresiv asupra betoanelor şi mortarelor şi aplicarea la studiul coroziunii a metodei ultrasonice de impuls bazată pe determinarea vitezei longitudinale de propagare.

Lucrările simpozionului s-au bucurat de un deosebit succes, prin numărul şi diversitatea discuţiilor purtate pe marginea comunicărilor prezentate.

În cuvîntul de închidere, tov. ing. Al. Viţu, membru al comitetului, a relevat nivelul ştiinţific ridicat al comunicărilor şi discuţiilor purtate, arătînd totodată necesitatea unei colaborări cît mai largi între instituţiile interesate şi a unei difuzări cît mai rapide a rezultatelor cercetărilor.

Ing. D. Teodorescu,
ing. Al. Vasiliu

Simpozion la Essen asupra tehnicii vibraţiilor

În zilele de 25 şi 26 septembrie 1968 a avut loc la Essen (R.F. a Germaniei) un simpozion asupra tehnicii vibraţiilor (Tagung ,,Schwingungstechnik"), organizat de Uniunea inginerilor germani (VDI), grupa de specialitate tehnica vibraţiilor. Referatele şi comunicările prezentate urmează să fie publicate *in extenso* în primăvara anului 1969, de către VDI.

Lucrările simpozionului au fost orientate spre trei categorii de probleme :

1. fenomene de şoc (majoritatea referatelor) ;
2. probleme diverse ale vibraţiilor mecanice ;
3. fenomene sonore.

Ciclul de lucrări dedicate fenomenelor de şoc a cuprins preocupări atît teoretice, cît şi experimentale. În cîteva lucrări s-au prezentat metode de calcul specifice fenomenelor de şoc. Un loc important l-a ocupat aici utilizarea transformărilor integrale Fourier şi Laplace, pentru algebrizarea ecuaţiilor de mişcare, analiza spectrală a fenomenelor şi obţinerea, pe această cale, a unor soluţii explicite. Lucrările din această categorie nu au adus, în general, noutăţi, ci au avut, în primul rînd, caracterul unor prelegeri de sinteză. Printre lucrările cu caracter teoretic a fost prezentată şi o contribuţie românească, a prof. Gh. Silaş şi ing. L. Brîndeu, de la Institutul politehnic din Timişoara, dedicată utilizării ecuaţiilor Lagrange pentru studiul mişcărilor periodice ale sistemelor în care apar fenomene de scuturare. Tratarea elegantă şi originală a problemei de către autori a fost călduros apreciată în cadrul discuţiilor.

Printre preocupările referitoare la metodele experimentale au apărut contribuţii referitoare la utilizarea fotoelasticimetriei dinamice cu filmare ultrarapidă (pînă la 5 milioane de imagini pe secundă) pentru studiul propagării undelor de tensiune şi discuţii referitoare la utilizarea aparaturii seismometrice de diverse tipuri constructive pentru măsurarea parametrilor caracteristici ai fenomenelor dinamice (deplasări, acceleraţii, tensiuni etc.).

Un număr relativ mare de lucrări a fost dedicat unor studii concrete referitoare la diverse probleme practice. Astfel, au fost prezentate studii privind rezistenţa organismului uman la şoc (accidente de circulaţie, ejectare din avioane), compoziţia spectrală a acceleraţiilor de şoc, efectul undelor de şoc sonore produse de avioanele supersonice asupra clădirilor şi elementelor de construcţie, şi efectele exploziilor subacvatice asupra vaselor.

Ciclul de lucrări dedicate problemelor diverse ale vibraţiilor mecanice a cuprins în principal contribuţii teoretice, din care unele deosebit de interesante. Au fost prezentate cercetări privind oscilaţiile de încovoiere ale barelor cu excentricităţi iniţiale, supuse unor forţe axiale de compresiune cu variaţie aleatoare în timp, fenomene tranzitorii în cazul pornirii funcţionării generatoarelor de vibraţii cu mase excentrice, oscilaţii transversale ale grinzilor pe reazeme deformabile cu caracteristici neliniare de rigiditate, şi fenomene de vibraţii ale unor piese mecanice funcţionînd în regim de mişcare de rotaţie.

Ciclul de lucrări referitoare la fenomenele sonore a prezentat studii privind intensitatea sunetului aerian generat de vibraţiile sonore ale solidelor, fenomene sonore în unele elemente ale construcţiilor navale şi metode holografice în tehnica vibraţiilor.

Sesiunea de comunicări de la Essen, care s-a bucurat de participarea a circa 400 de specialişti, deşi axată în primul rînd pe probleme specifice ingineriei mecanice, a cuprins numeroase contribuţii de interes şi pentru inginerul constructor. Nivelul ridicat al comunicărilor prezentate, care dovedeşte o foarte bună pregătire teoretică a inginerilor germani, ca şi nivelul ridicat al tehnicii experimentale utilizate, a creat o impresie deosebit de bună, deşi sesiunea nu a avut caracterul unui congres ştiinţific, ci mai degrabă pe acela de consfătuire tehnică, de schimb de experienţă. Poate că singura direcţie modernă în cadrul căreia inginerii germani nu s-au afirmat în cursul acestei sesiuni a fost aceea a utilizării calculului electronic numeric şi hibrid în cadrul unei prelucrări automate, simultan cu desfăşurarea fenomenului, a datelor experimentale. Premisele existente în ce priveşte pregătirea teoretică şi dotarea cu aparatură de înaltă tehnicitate vor permite însă, în viitorul apropiat, acoperirea şi a acestei lacune.

Ing. H. Sandi

Cursuri de perfecţionare în tehnica sistemelor la Universitatea tehnică Berlin—Charlottenburg

În 1968, Universitatea tehnică Berlin-Charlottenburg a repetat, cu unele îmbunătăţiri, cursurile de perfecţionare din anul precedent, privind tehnica sistemelor. Organizator al acestor cursuri a fost „Brennpunkt Systemtechnik an der Technischen Universität Berlin''. Cursurile s-au desfăşurat în două etape.

În prima etapă, 25—30 martie 1968 au fost abordate în special probleme legate de o iniţiere generală a participanţilor, grupate în următorul mod :

1. Introducerea în calculul probabilităţilor şi statistică, în cadrul căreia s-au abordat :

— proprietăţile unor distribuţii clasice ;
— noţiunea de probabilitate ;
— teoria testelor pentru diferite distribuţii.

2. Introducerea în cercetarea operaţională, în cadrul căreia s-au abordat :

— obiecte şi metode ale cercetării operaţionale ;
— dezvoltarea istorică a cercetării operaţionale ;
— modele de stocare ;
— probleme de substituire ;
— probleme de aşteptare ;
— probleme de programare liniară.

3. Planificarea pe termen lung şi analiza eficienţei, în cadrul căreia s-au abordat :

— elemente de bază ale planificării pe termen lung ;
— obiective şi criterii de alegere în planificarea pe termen lung ;
— dezvoltarea alternativelor cu considerarea condiţiilor la limită ;
— analiza eficienţei ;
— costul proiectelor şi programelor ;
— simularea sistemelor.

4. Baze şi metode ale analizei sistemelor, în cadrul cărora s-au abordat :

— elemente de bază ale analizei sistemelor ;
— metode eficiente în analiza sistemelor.

5. Introducerea în tehnica planificării în reţea, în cadrul căreia s-au abordat :

— generalităţi ;
— probleme ale planificării ;
— analiza de structură ;
— analiza de timp ;
— stabilirea termenilor ;
— metode de calcul al reţelelor.

În cea de a doua etapă, 30 septembrie — 5 octombrie 1968, cursurile au fost continuate cu probleme noi, la un nivel mai aprofundat :

1. Metode matematice speciale pentru optimizarea sistemelor, în cadrul cărora s-au abordat :

— elemente de algebră liniară ;
— reprezentarea unor sisteme prin matricea de intrare-ieşire ;
— tehnica programării liniare.

2. Analiza sistemelor în problemele industriale, în cadrul căreia s-au abordat :

— generalităţi asupra analizei sistemelor ;
— modelarea matematică a funcţionării întreprinderilor ;
— probleme ale construirii sistemelor de informare-conducere ;
— exemple de analiză a sistemelor în diferite domenii ale industriei.

3. Analiza valorică în practica industrială, în cadrul căreia s-au abordat :

— generalităţi asupra raţionalizării exploatării întreprinderilor ;
— probleme de bază ale analizei valorice ;
— practica analizei valorice pe produs ;
— costul, în calitate de conţinut al valorii ;
— analiza valorică, în calitate de mijloc de conducere.

4. Planificarea cercetărilor şi dezvoltării, în cadrul căreia s-au abordat :

— consideraţii generale asupra importanţei cercetării ;
— problematica generală a planificării cercetării ;
— alocarea mijloacelor în cadrul bugetului cercetărilor.

5. Conducerea proiectelor, în cadrul căreia s-au abordat :

— consideraţii introductive ;
— conducătorul proiectului ;
— planificarea preliminară ;
— controlul proiectelor ;
— documentaţia.

6. Controlul economic al eficienţei cu ajutorul metodelor speciale ale cercetării operaţionale şi al prelucrării electronice a datelor, în cadrul căreia s-au abordat :

— baze ale metodelor de control în unităţile economice ;
— controlul costului şi beneficiilor în exploatare ;
— controlul diferitelor domenii şi acţiuni ale întreprinderii.

7. Posibilităţi raţionale de introducere a sistemelor electronice de prelucrare a datelor în procesul tehnologic în cadrul cărora s-au abordat :

— organizarea desfăşurării unei acţiuni ;
— prelucrarea integrată a datelor ;
— generalităţi asupra calculatoarelor ;
— organizarea, tehnica şi omul în introducerea calculatoarelor ;
— influenţa calculatoarelor asupra planificării întreprinderilor ;
— generalităţi asupra desfăşurării acţiunilor ;
— prelucrarea ofertelor ;
— desfăşurarea acţiunilor productive ;
— prelucrarea tehnică în legătură cu organizarea procesului de producţie ;
— conducerea producţiei ;
— valorificarea comercială ;
— generalităţi asupra conducerii procesului tehnologic ;
— planificarea termenelor ;
— pregătirea documentaţiei tehnologice ;
— conducerea şi supravegherea termenelor ;
— conducerea livrărilor ;
— administraţia stocurilor ;
— generalităţi asupra utilizărilor speciale ale calculatoarelor ;
— proiectarea tehnică automatizată ;
— proiectarea grafică automatizată ;
— prelucrarea automatizată a datelor la distanţă.

Cursurile de perfecţionare s-au adresat unui cerc larg de ingineri (peste 300 de participanţi) făcînd parte din diferite specialităţi şi provenind de la catedre, unităţi de cercetare şi întreprinderi. Nivelul cursurilor nu a fost acela al unor congrese de specialitate, ci mai degrabă acela al unei iniţieri şi al formării unei optici de ansamblu asupra metodelor moderne de conducere şi organizare în unităţile productive sau ştiinţifice.

Textul integral al prelegerilor a fost tipărit în două volume litografiate, ,,Aufbauseminar Systemtechnik'', editate de organizatori.

Pentru anul 1969 se intenţionează reluarea ciclului de cursuri de perfecţionare, cu eventuala extindere a duratei, în urma introducerii unei problematici suplimentare referitoare la:

— siguranţa în funcţionare a sistemelor tehnice;

— utilizarea teoriei moderne a deciziei în practica întreprinderilor;

— prelucrarea integrală a datelor în exploatare;

— metode de simulare;

— metode de prognoză.

Urmărirea viitorului ciclu de cursuri este de interes deosebit şi pentru inginerii constructori, chiar dacă problematica lor concretă este depărtată în multe cazuri de aceea a tehnicii construcţiilor. Ansamblul prelegerilor, în special, contribuie la crearea unei optici care va fi de utilitate deosebită în viitorul apropiat în ţara noastră, o dată cu trecerea la cibernetizarea pe scară largă a activităţii în sectorul construcţiilor, în execuţie, proiectare şi cercetare.

Ing. H. Sandi

Protejarea construcţiilor cu ajutorul siliconilor

În ziua de 12 noiembrie 1968, firma Goldschmidt din Essen (R.F.G.) a prezentat în Bucureşti o expoziţie a produselor sale pe bază de siliconi.

Pentru industria construcţiilor au fost expuse numeroase produse hidrofobizante şi anticorozive.

Astfel, pentru protecţia pereţilor exteriori din beton, a tencuielilor şi a ţiglelor se foloseşte Siliconat NM, care este un metilsiliconat de sodiu în soluţie de 30%. Impregnarea se face o singură dată, obţinîndu-se o peliculă hidrofobă. În acelaşi scop s-a prezentat un produs mai nou, cu calităţi superioare, Sikovin, pe bază de siliconi, care conţine un număr mult mai mare de grupe de metil. Moleculele acestei substanţe formează un polimer reticulat (structură în reţea) care-i conferă proprietatea de a exercita o acţiune hidrofobă imediat după evaporare. Din această cauză, spre deosebire de metilsiliconatul de sodiu, se poate aplica de două sau trei ori.

Prin impregnarea cu Siliconat NM, plăcile ceramice clincherizate absorb 4% apă la o presiune hidrostatică de 50 mm, pe cînd impregnarea cu Sikovin reduce absorbţia pînă la 0,6%. Neimpregnate, aceste plăci absorb 7—7,3% apă.

Unghiul de contact între pelicula siliconică şi apă este dat de forţa de adeziune relativă între apă şi corpul solid (beton) şi de forţele de coeziune din masa lichidului (apă).

În cadrul expoziţiei s-au făcut demonstraţii care au arătat că, în general, absorbţia apei de către materialele impregnate cu siliconi este sub 1%, însă la materiale cu capilaritate mare (gresie calcaroasă) absorbţia apei ajunge pînă la 1,5—2%, ceea ce arată că siliconii au acelaşi efect asupra oricărei substanţe sau material, indiferent de compoziţia lui chimică.

Demonstraţia a fost făcută pe o placă de beton a cărei suprafaţă a fost impregnată pe jumătate cu substanţă lichidă siliconică. S-a putut vedea cum apa era imediat absorbită de suprafaţa neimpregnată, pe cînd cea impregnată respingea picăturile de apă. Rupînd placa, s-a putut constata că siliconatul pătrunde 10 mm în adîncime, restul plăcii absorbind apă, observîndu-se culoarea specifică a betonului ud.

Permeabilitatea la vaporii de apă a unei plăci de mortar întărit, groasă de 2,5 cm, neimpregnată, este de 0,17, pe cînd după impregnare cu siliconi este de 0,16, rezultînd deci o diferenţă foarte mică, ceea ce denotă că atmosfera nu este cu nimic alterată într-o încăpere ai cărei pereţi au fost impregnaţi cu siliconat.

Un alt avantaj al impregnării este că se elimină eflorescenţele datorite dizolvării sărurilor din mortare sau betoane în contact cu vaporii de apă.

În mod obişnuit, un perete care intră în contact cu apa se răceşte cu cîteva grade şi revine la temperatura normală în circa 96 de ore. De exemplu, dacă temperatura camerei este de 21,8°C, în contact cu apa, peretele exterior se răceşte pînă la 18,1°C, deci o diferenţă de 3°C.

Acelaşi perete impregnat cu siliconi se răceşte numai pînă la 19,7°C, revenind la temperatura iniţială în 16—17 ore.

Folosirea siliconilor ca substanţe hidrofobizante este indicată la construcţii industriale, de locuinţe, social-culturale, monumente, cum şi la construcţii agrozootehnice.

RECENZII

PROCEEDINGS OF THE 1st INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON PNEUMATIC STRUCTURES

(*Lucrările primului colocviu internaţional asupra structurilor pneumatice*)

11 — 12 mai 1967, Universitatea din Stuttgart, 180 pag. International Association for Shell Structures (Asociaţia internaţională pentru structuri din plăci curbe subţiri)

În ultimii ani, Asociaţia internaţională pentru structuri din plăci curbe subţiri (I.A.S.S.) s-a dovedit foarte activă în organizarea de reuniuni privind diferite aspecte şi multitudinea tehnicilor de realizare a plăcilor curbe subţiri. Multe din aceste reuniuni au avut drept obiect probleme comune cu alte domenii, cum ar fi barajele, sau cu materiale diferite de cele uzuale. În această din urmă categorie se înscrie şi colocviul asupra structurilor pneumatice, care s-a ţinut la 11—12 mai 1967, la Stuttgart, sub auspiciile I.A.S.S. şi ale Departamentului de arhitectură şi construcţii ale Universităţii din Stuttgart.

Un obicei binevenit face ca lucrările fiecărui simpozion sau colocviu I.A.S.S. să fie publicate, pentru a da o imagine a stadiului actual al problemei dezbătute, unui cerc foarte larg de specialişti.

Din dorinţa de a publica lucrările cît mai curînd posibil, volumul este editat nu sub forma unei cărţi tipărite, ci multiplicate, însă în condiţii excelente.

Tabla de materii cuprinde 5 capitole (corespunzător celor cinci secţii ale colocviului) şi 25 de comunicări, după cum urmează.

1. Dezvoltarea generală şi aspectele arhitecturale ale structurilor pneumatice (3 comunicări).
2. Aplicaţii (7 comunicări).
3. Structuri aerostatice (2 comunicări).
4. Calcul şi proiectare (6 comunicări)
5. Încercări şi materiale (7 comunicări)

Vom trece în revistă, în continuare, lucrările prezentate.

1. **W. W. Bird : Dezvoltarea structurilor pneumatice : trecutul, prezentul şi viitorul.**

2. **V. A. Lundy : Aspecte arhitecturale şi sculpturale ale structurilor pneumatice.** Se descriu două structuri pneumatice importante realizate în S.U.A. şi anume pavilionul de expoziţie al Comisiei de energie atomică a S.U.A. şi structura pentru Expoziţia mondială de la New York din 1963—64.

3. **C. Price : Pneumaticele-cheie pentru structuri hibride variabile.**

4. **H. Rühle : Dezvoltarea proiectăr şi execuţiei structurilor pneumatice** Comunicarea începe prin a enumera problemele de primă importanţă în cercetările asupra structurilor pneumatice

(folosirea și funcționalitatea, producerea unor produse durabile și de calitate superioară cu proprietăți mecanice de înaltă rezistență, sarcinile exacte de proiectare, metode simple și realiste pentru calcul și proiectare). În continuare se dau exemple de structuri construite recent în R.D.G. și sînt enumerate alte aplicații posibile. Sînt analizate mai detaliat ipotezele privind sarcinile care acționează asupra structurilor pneumatice în general și valorile adoptate în prescripțiile din R.D.G. Se mai fac o apreciere critică asupra metodelor actuale de calcul și de asemenea unele observații asupra coeficienților de siguranță convenabili pentru structurile pneumatice.

5. **R. Brylka** : **Fabricarea și montarea structurilor aerostatice**. Se descriu trei structuri de mare deschidere executate în R.F.G. și se discută probleme de materiale, cusături, transport și montare.

6. **R. Szilard** : **Structuri pneumatice pentru baze lunare.**

7. **H. Isler** : **Acoperiș transparent pentru o curte interioară.**

8. **H. Isler** : **Formă pneumatică pentru plăci curbe subțiri de beton.**

9. **D. Bini** : **O nouă tehnică pneumatică pentru construcția plăcilor curbe subțiri**. Se descrie un procedeu de construcție a plăcilor curbe subțiri de beton armat, inventată și patentată de autor. Principala caracteristică a acestei tehnici noi constă în aceea că betonul este turnat pe o membrană în poziție plană pe teren și apoi este ridicat și fasonat prin umflarea membranei. Sînt date detalii asupra procedeului și discutate probleme de armare, izolare hidrofugă și decupări.

10. **J. E. Gibson** : **Dispozitive de încărcare pneumatică.**

11. **B. Reffell** : **Structuri aerostatice de presiune ridicată.**

12. **P. S. Bulson** : **Comportarea unor structuri aerostatice experimentale.**

13. **R. Trostel** : **Asupra calculului membranelor**. Teoria de membrană clasică, folosită în general pentru calculul structurilor pneumatice, nu este aplicabilă în zonele marginale, deoarece nu poate satisface toate condițiile marginale. Pentru rezolvarea acestei probleme, autorul propune o teorie liniară obținută prin liniarizarea teoriei de membrană în cazul deformațiilor mari. Această teorie și liniarizarea ei sînt prezentate într-o formă generală. Diferitele căi de rezolvare în teoria de membrană cu deformații finite sînt discutate și sînt date principiile pentru proiectarea membranelor solicitate pneumatic.

14. **J. T. Oden, W. K. Kubitza** : **Calculul numeric al structurilor pneumatice neliniare**. Sînt trecute în revistă progresele recente în aplicarea metodei elementelor finite la evaluarea deformațiilor finite și deplasărilor mari ale membranelor elastice ; de asemenea este extinsă metoda la calculul mișcărilor mari ale țesăturilor armate și se prezintă metale anizotrope, materiale plastice, vîscoelastice și cu elasticitate neliniară. Se mai examinează plasticizarea locală a membranelor metalice elastoplastice supuse unei presiuni exterioare. Folosind aproximarea deplasărilor liniare și elemente finite triunghiulare, sînt deduse relații generale neliniare în ce privește rigiditățile. Acestea duc la un sistem de ecuații neliniare, algebrice sau diferențiale obișnuite ; în raport cu deplasările generalizate sau vitezele, ele sînt rezolvate numeric.

15. **W. A. Nash, F. H. Ho** : **Vibrațiile libere transversale neliniare ale plăcilor curbe subțiri pleoștite aerostatice.**

16. **G. Guerra** : **Proiectarea sistematică a structurilor pneumatice.**

17. **F. Rudolf** : **Contribuție la proiectarea structurilor aerostatice**. Se dă o metodă aproximativă pentru determinarea formei deformate a unei membrane cilindrice supuse acțiunii vîntului. Este evaluată importanța diferitelor cazuri de încărcare și se dă un exemplu de calcul aproximativ al eforturilor într-o emisferă supusă acțiunii vîntului.

18. **H. J. Cowan , J. S. Gero** : **Structuri pneumatice legate cu rețele**. Necesitatea unei stabilități mai mari și a capacității de a suporta sarcini concentrate a dus la folosirea unor structuri mixte, alcătuite din membrane pneumatice legate cu o rețea de cabluri. În timp ce calculul membranelor este relativ simplu, cel al rețelei este considerabil mai greu. Se propune o metodă de calcul bazată pe o metodă iterativă, ușor de programat la un calculator electronic.

19. **E. Fritzsche** : **Măsurători de deformații specifice la țesăturile industriale destinate structurilor pneumatice.**

20. **G. Beger, E. Macher** : **Rezultatele încercării în tunel aerodinamic pe unele structuri pneumatice.**

21. **G. Röntsch, F. Böhme** : **Analiza pe model a unei structuri semicilindrice aerostatice**. Se descriu măsurătorile de deplasări pe un model semicilindric lung de 120 cm. Încărcarea a fost realizată printr-un număr mare de forțe concentrate, distribuite astfel încît să reprezinte diferite combinații de presiune interioară și încărcare exterioară din vînt sau zăpadă. Au fost observate deplasări foarte mari pentru încărcarea cu zăpadă indicată de prescripții. Măsurarea deformațiilor a întîmpinat unele dificultăți datorită efectului de rigidizare a mărcilor tensiometrice și a deformațiilor locale ale suprafeței în vecinătatea punctelor de aplicare a forțelor.

22. **R. Schulz** : **Încercări la foc pe o structură aerostatică**. În lucrare se descriu observațiile făcute cu ocazia unui program de cinci încercări la foc efectuate asupra unei cupole pneumatice de 25 m diametru. Într-un număr de puncte ale intradosului au fost înregistrate curbe de presiune. Structura a arătat o comportare surprinzător de stabilă chiar cînd a avut cinci găuri mari produse de incendiu.

23. **H. J. Cowan, J. G. Pohl** : **Studiu preliminar asupra capacității portante a stîlpilor cilindrici deschiși la capete, supuși unei presiuni interne fluide.**

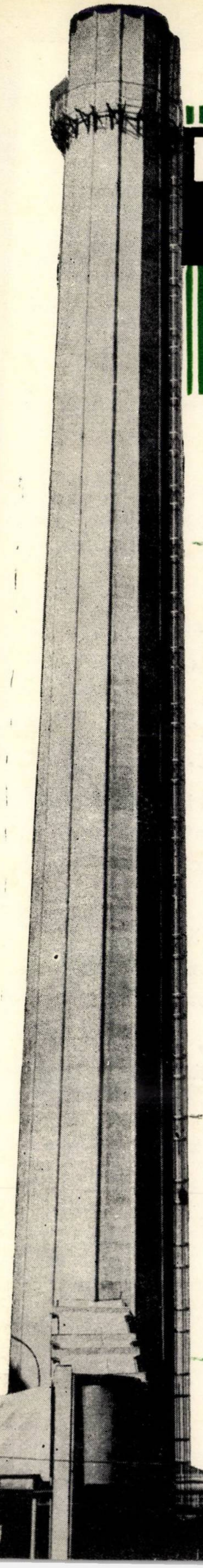
24. **M. Hajek, Z. Holub** : **Unele probleme privind încercarea materialelor pentru structuri pneumatice**. Se descriu problemele ce se ridică în legătură cu determinarea rezistenței la întindere a țesăturilor. În locul fîșiei obișnuite, supusă la întindere, se propune încercarea pe un tub textil supus la presiune interioară, care dă o valoare mai sigură a rezistenței minime a materialului. Sînt discutate influențele climatice asupra rezistenței țesăturii și se dau rezultatele unor serii de încercări pe țesături sub acțiunea agenților atmosferici.

25. **N. Laing** : **Folosirea radiației solare și cosmice pentru condiționarea aerului la structurile pneumatice.**

În cuvîntul de închidere, Frei Otto a semnalat o serie de probleme care nu au fost tratate la colocviu și care își așteaptă încă rezolvarea : 1 — sistematizări, definiții, terminologie ; 2 — forme geometrice ; 3 — probleme geodezice de desfășurare a suprafeței ; 4 — țesături : rezistență, fugirea firelor, îmbinări, elasticitate, transluciditate, izolare termică și fonică, rezistență la foc ; 5 — sarcini utile, vînt, zăpadă, probleme aerodinamice ; 6 — aer : presiuni necesare, suflante, control, previziunea timpului, uși, ieșiri de siguranță ; 7 — studii pe modele : vînt, eforturi de întindere, stabilitatea geometrică, comportarea elastică ; 8 — domenii speciale : containere, sisteme cu perete dublu, baloane, pînze, prelate și învelitori pentru orașe și alte aplicații spațiale ; 9 — îmbunătățirea stabilității construcțiilor prefabricate (metode de măsurare a eforturilor și forțelor și a sarcinii utile) ; 10 — prevenirea panicii (aglomerări, foc, evacuări, viața citadină).

Volumul va putea fi consultat cu mult folos de toți cei care se preocupă de structurile pneumatice, reprezentînd cea mai recentă documentare în această direcție.

Dr. ing. Mircea Soare

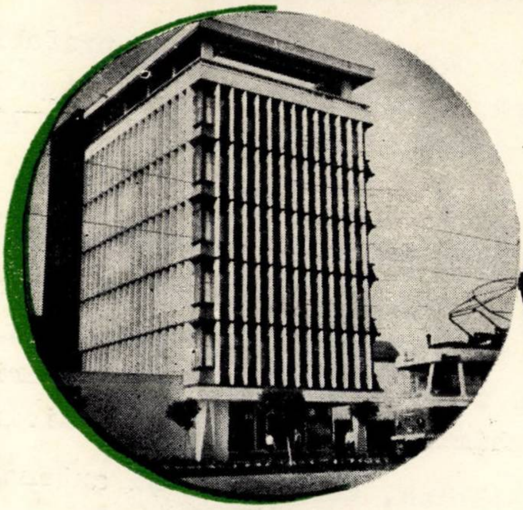


ÎNTREPRINDEREA Nr. 4.

CONSTRUCȚII MONTAJ

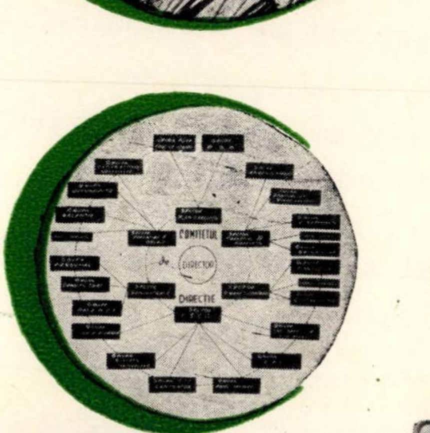
IAȘI

Execută



- CONSTRUCTII de COMPLEXE INDUSTRIALE.
- COMPLEXE AGRO-ZOOTEHNICE
- CLADIRI SOCIAL-CULTURALE

- LUCRARI SPECIALE de BETON ARMAT, BETON PRECOMPRIMAT, MONTAJE de PREFABRICATE, SILOZURI, CASTELE de APA, TURNURI de RACIRE
- CONFECTII METALICE
- PREFABRICATE din BETON ARMAT SI PRECOMPRIMAT



- CERCETĂRI OPERATIONALE
- STUDII de ORGANIZARE A INTREPRINDERILOR SI SANTIERELOR DE CONSTRUCTII - MONTAJ
- ANALIZE, INCERCARI SI STUDII DE LABORATOR ASUPRA AGREGATELOR, LIANTILOR, BETONULUI ARMAT SI PRECOMPRIMAT, OTELULUI BETON

M. I. C.
MINISTERUL INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR
INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU MATERIALE ȘI PREFABRICATE DE CONSTRUCȚII
I. C. M. P. C.
CALEA GRIVIȚEI Nr. 136
CENTR. TELEFON 17.48.00 SECRETARIAT 17.01.85

Redactat: București Nr. .... 196........

Dactilografiat:

Referitor la: SESIUNEA DE COMUNICARI
ŞI
SARBATORIREA A 20 DE ANI DE LA INFIINŢAREA I.C.M.P.C.
14 - 17 mai 1969

Institutul de cercetări pentru materiale şi prefabricate de construcţii (I.C.M.P.C.) organizează, între 14 şi 17 mai 1969, o sesiune de comunicări ştiinţifice şi sărbătorirea a 20 de ani de la înfiinţarea institutului.

Se vor prezenta comunicări în cadrul următoarelor secţii:

Secţia I : Ceramică fină şi refractară, ceramică de construcţii: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria ceramicii fine şi de construcţii, cercetări economice şi cercetări chimice în industria ceramicii.

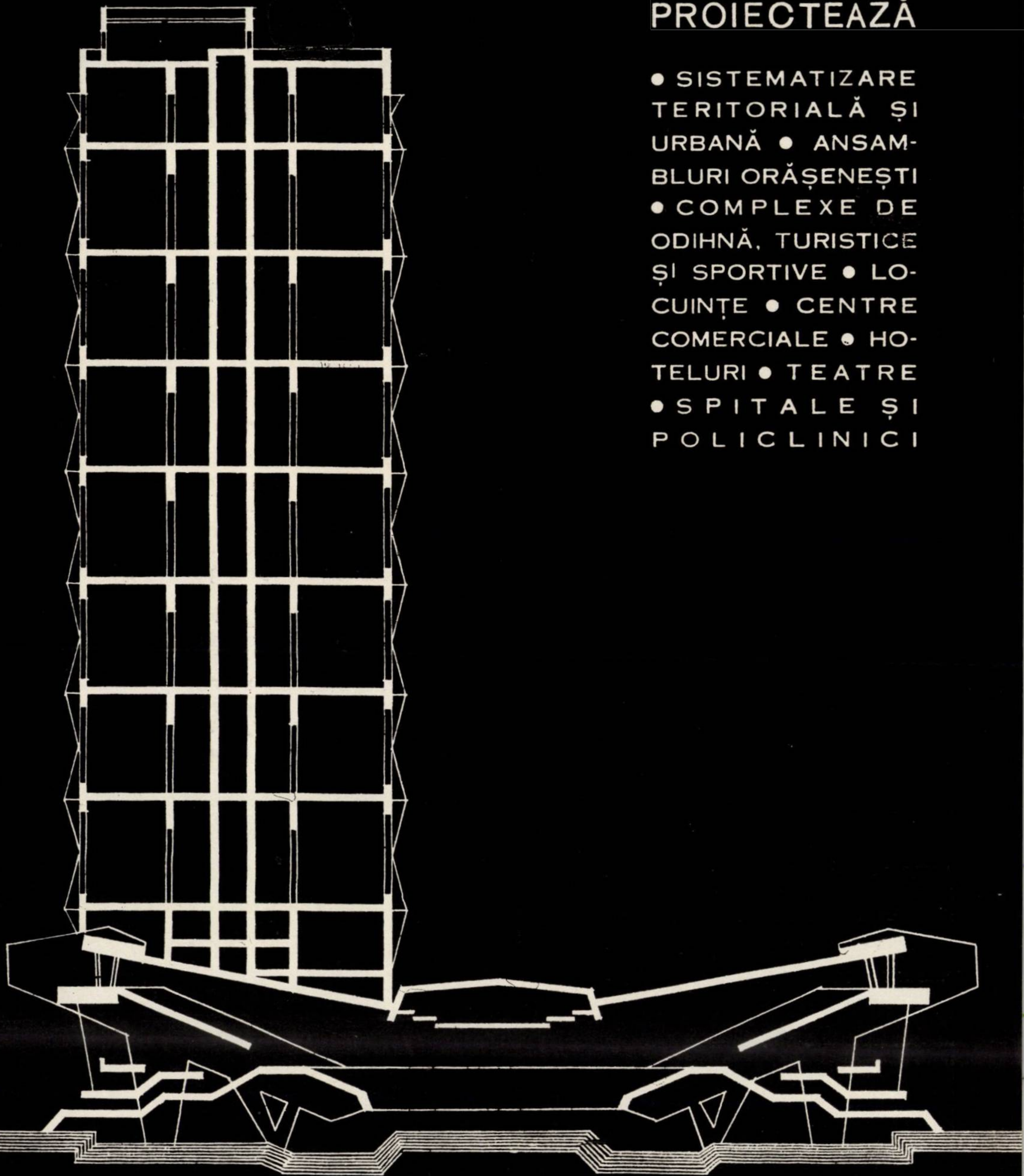
Secţia II : Sticlă: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria sticlei, materiale izolatoare, materiale de finisaj, cercetări economice şi cercetări chimice în industria sticlei.

Secţia III : Lianţi, produse de azbociment: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria lianţilor, cercetări chimice şi economice în industria lianţilor.

Secţia IV : Betoane şi tehnologii pentru prefabricate, agregate naturale şi piatră de construcţii, cercetări economice în domeniul construcţiilor.

Limbile oficiale de prezentare a comunicărilor sînt: româna, franceza, rusa şi germana.

Orice lămurire suplimentară poate fi obţinută la
Secretariatul Sesiunii I.C.M.P.C.
Bd.Preciziei 6, sector 7, telefon 31.08.92 şi
Calea Griviţei 136, sector 8, telefon 17.01.85



INSTITUTUL DE STUDII ȘI PROIECTĂRI PENTRU CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

PROIECTEAZĂ

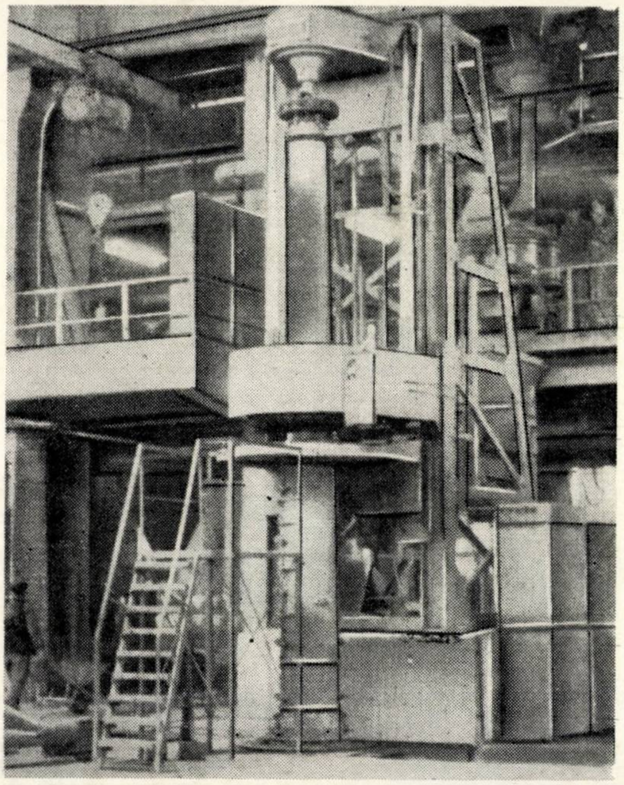
● SISTEMATIZARE TERITORIALĂ ȘI URBANĂ ● ANSAMBLURI ORĂȘENEȘTI ● COMPLEXE DE ODIHNĂ, TURISTICE ȘI SPORTIVE ● LOCUINȚE ● CENTRE COMERCIALE ● HOTELURI ● TEATRE ● SPITALE ȘI POLICLINICI

ISCAS

BUCUREȘTI 13 ● STRADA SNAGOV NR. 53—55 ● TELEFON: 11.78.40

TUBURI DIN BETON

PENTRU CANALIZĂRI



Livrează:

ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE DIN BETON TURDA
Turda, str. Armata Roșie 19 • Telefon 1600 și 1060

ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE DIN BETON GALAȚI, Secția Doaga
Galați, str. Bazinul Nou 83 • Telefon 15871

Tuburile sînt executate cu utilaj modern, de ultimul tip, ceea ce le conferă calități superioare.

Betonul de marcă B 300 este perfect compactat cu ajutorul vibratoarelor cu înaltă frecvență și prin presare. Tuburile rezultînd etanșe, apa uzată din canal nu poluează pînza de apă subterană. Tehnologia asigură dimensiuni precise în limita unor toleranțe foarte strînse. Suprafețele interioare și exterioare ale tuburilor sînt netede și rezistă bine la uzură.

Calitativ, tuburile corespund condițiilor prescrise de STAS 816–63.

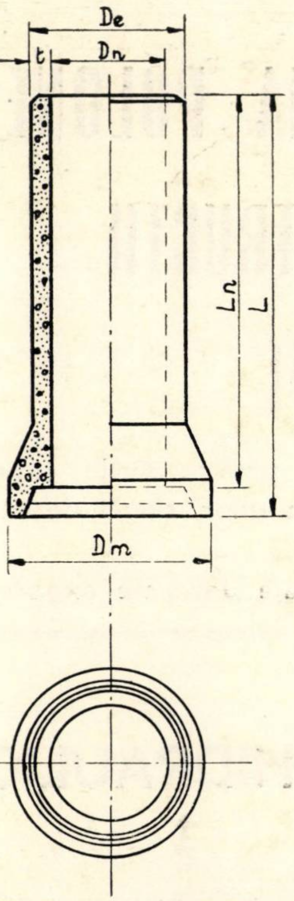
Gama de dimensiuni este următoarea:

Forma secțiunii	Ø (mm)	l (mm)	Greutate (kg)	Mod de îmbinare	Fabrica producătoare
Circulară	150	1 000	59	cu inel de cauciuc	IPB Galați
	200	1 000	78,5		Secția Doaga
	250	1 000	110		
	300	1 000	146,8		
Circulară	150	1 000	59	cu mortar	IPB Turda
	200	1 000	78.5		
	250	1 000	110		
	300	1 000	146.8		
Circulară	300	2 500	324	cu inel de cauciuc	IPB Galați
	400	2 500	465–515*		Secția Doaga
	500	2 500	680–759*		IPB Turda
Ovoidală	500/750	2 500	1180	cu mortar	IPB Galați
	600/900	2 500	1637,5		Secția Doaga
					IPB Turda

* **Notă.** Cifra a doua se referă la tuburile cu tulpă, în excepții la IPB Turda

Tuburile cu secțiune circulară sînt cu mufă; cele ovoidale cu cep și buză. Pentru tuburile de mai sus se produc elemente pentru coturi și ramificații. Contractarea se face pe bază de repartiție emisă în limita capacităților de producție. Livrarea franco-depozit furnizor încărcat în mijlocul de transport.

DIMENSIUNILE TUBURILOR:

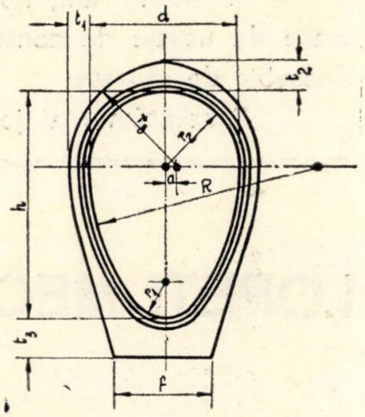

De
t
Dn
Ln
L
Dm

Secţiune circulară

Lungime nominală	Ln	1000	1000	1000	1000	2500	2500	2500
Diametru nominal	Dn	150	200	250	300	300	400	500
Lungime reală	L	1070	1070	1070	1070	2600	2600	2600
Diametrul exterior al tubului	Dl	210	270	330	390	390	500	616
Diametrul exterior la mufă	Dm	300	370	448	518	496	604	740
Grosimea peretelui pe tub		30	35	40	55	45	50	58

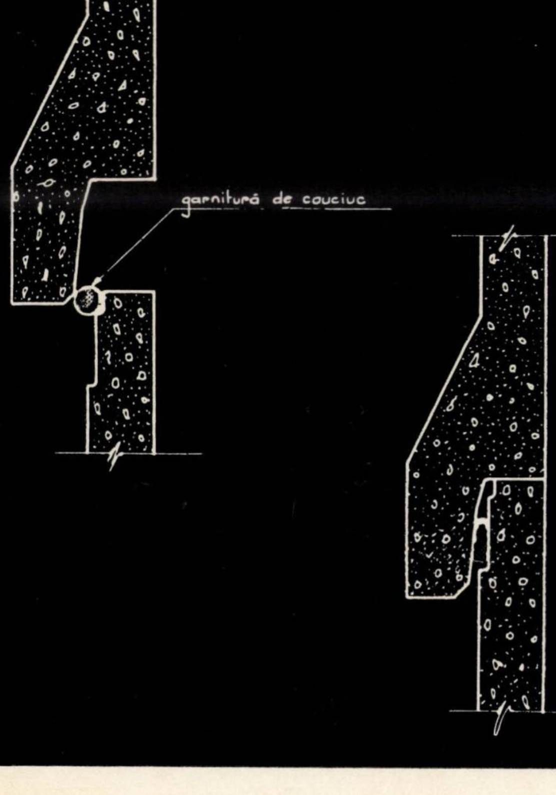
Secţiune ovoidală

Lungime nominală	Ln	2500	2500
Lungime reală	L	2526	2530
Înălţime interioară	h	750	900
Lăţime interioară maximă	d	500	600
Grosimea peretelui			
— curentă	t_1	64	74
— la cheie	t_2	84	98
— la bază	t_3	84	98


t1
d
t2
r1
r2
a
R
h
r2
t3
f

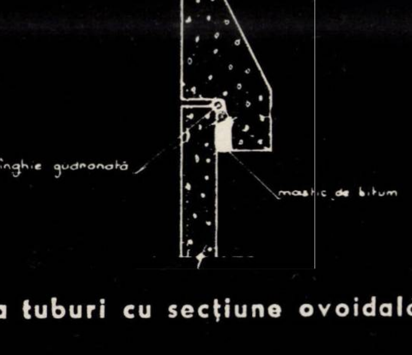
DETALII ALE CELOR DOUĂ MODURI DE ÎMBINARE

ÎMBINARE USCATĂ CU GARNITURĂ DE CAUCIUC

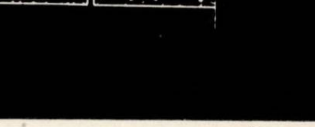

garnitură de cauciuc

ÎMBINARE UMEDĂ

La tuburi cu secţiune circulară


frînghie gudronată
mastic de bitum

La tuburi cu secţiune ovoidală


mortar de ciment

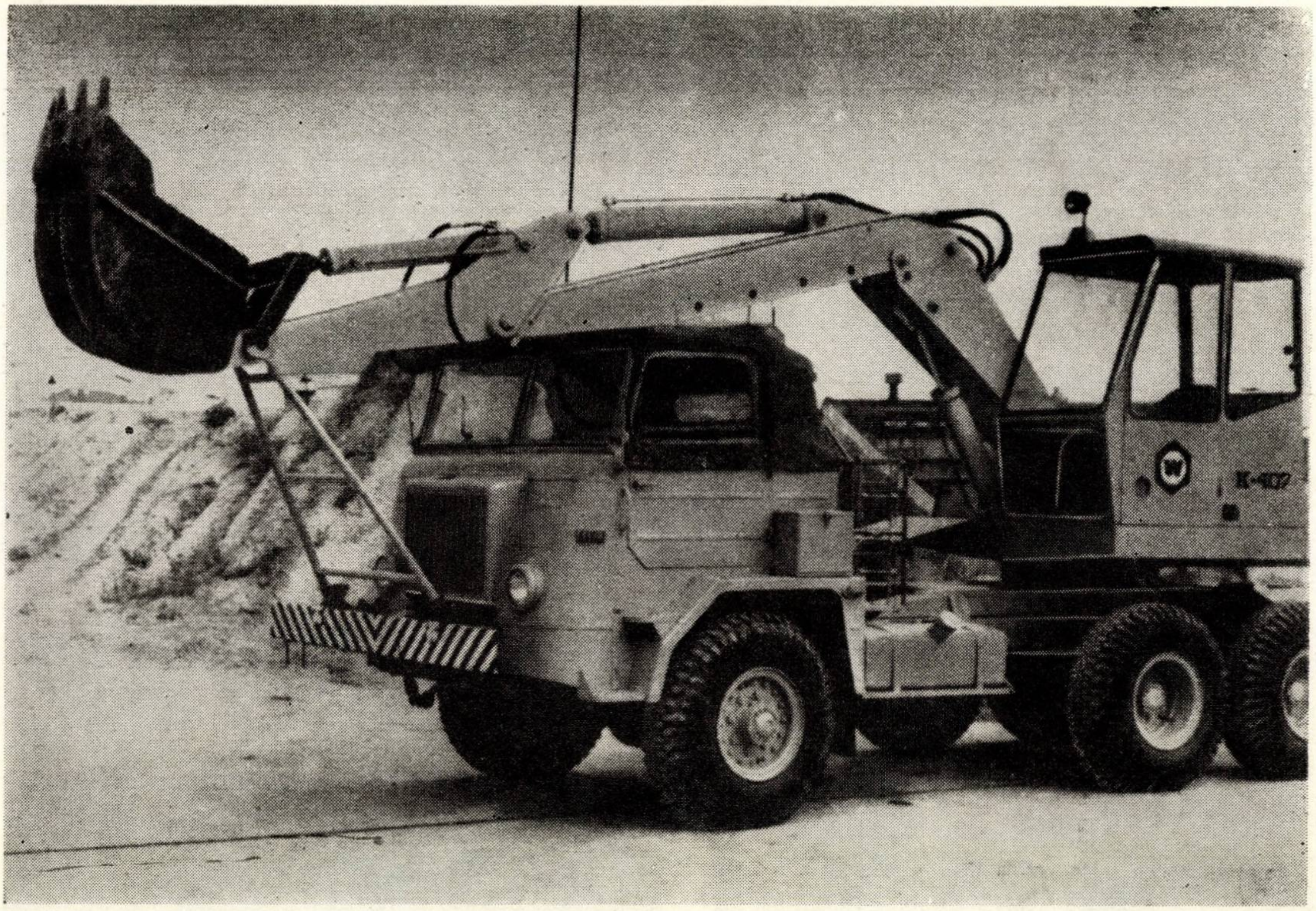
NOUTĂŢI ÎN INDUSTRIA POLONEZĂ A UTILAJELOR DE CONSTRUCŢII DESTINATE EXPORTULUI

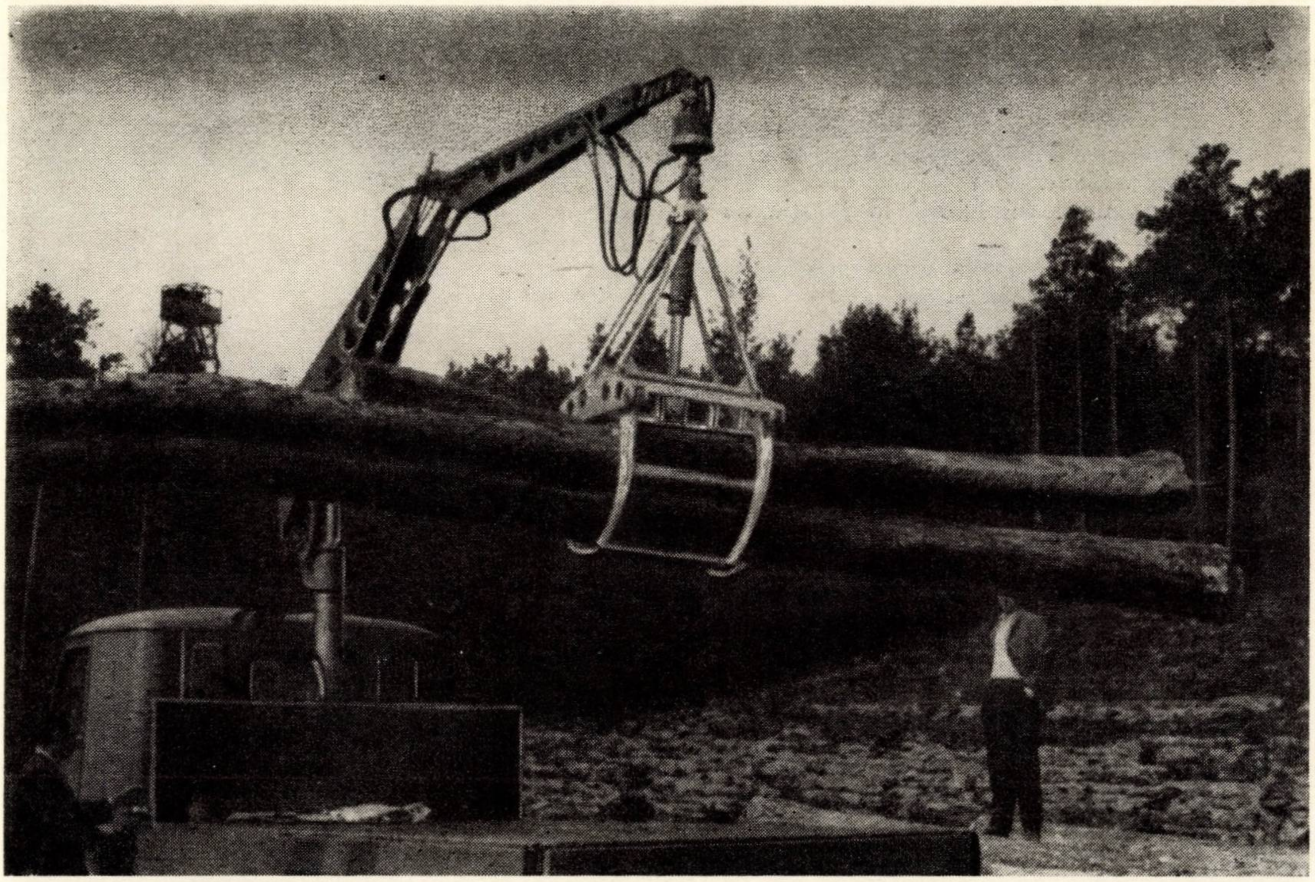
În ultimii ani, Polonia a reuşit să ocupe un loc de frunte printre ţările exportatoare de utilaje de construcţii, datorită introducerii în fabricaţie a unor tipuri de maşini deosebit de căutate.

Prezentăm mai jos, în continuare, unele tipuri noi de utilaje destinate exportului.

LOPEŢI MECANICE UNIVERSALE HIDRAULICE

TIP K-406 ŞI K-407





Cunoscuta întreprindere producătoare de lopeţi mecanice — Uzinele Warynski din Varşovia — a pus în fabricaţie două tipuri de utilaje cu acţionare hidraulică (capacitatea cupei : 0,4 m^3) : tipul K-406 pe pneuri şi tipul K-407 montat pe camion.

Caracteristicile sus-menţionate scot în evidenţă faptul că parametrii tehnici ai celor două utilaje le situează la nivelul tehnicii mondiale celei mai avansate.

Elementele de lucru sînt acţionate cu ajutorul unui sistem hidraulic cu dublu circuit pus în funcţiune de două pompe cu pistoane multiple cu debit constant. Una din pompe alimentează, prin intermediul distribuitorului, motorul hidraulic al mecanismului de rotaţie, cilindrul braţului cupei şi motorul hidraulic al mecanismului de translaţie (la tipul K-406 pe pneuri). A doua pompă alimentează cilindrul braţului, cilindrul cupei şi, în plus, motorul hidraulic al mecanismului cu rulmenţi în mers cu viteză mare (tot la tipul K-406).

O noutate o constituie soluţia originală adoptată de producător şi care permite ca, prin intermediul unui distribuitor suplimentar, cele două pompe să fie inserate în circuitul cilindrului braţului, obţinîndu-se astfel o viteză de atac sporită. Un sistem special de supape montate pe distribuitori limitează valoarea presiunii şi asigură protecţia întregii instalaţii împotriva fenomenelor de cavitaţie ; rolul său este de a reduce solicitările dinamice excesive ce pot interveni în instalaţia hidraulică.

În afară de aceasta, supapele inserate în circuitul cilindrului braţului asigură reglajul vitezei de coborîre a utilajului de lucru.

Sistemul hidraulic include două filtre de ulei. Filtrul de primă treaptă este prevăzut cu un miez magnetic şi are capătul dinspre aspiraţie introdus într-o baie de ulei. Filtrul de a doua treaptă este de tipul cu lamele şi este montat pe circuitul de refulare ; capacitatea sa de filtrare este de 0,08 mm.

Servomecanismul de bracare a roţilor se bazează pe o supapă principală de tip Orbitrol care permite (la tipul K-406) bracarea roţilor la viteze reduse, fără intervenţia volanului de direcţie, care se îndepărtează pe durata funcţionării lopeţii mecanice. Antrenarea hidraulică a mecanismelor de mers, la tipul K-406 pe pneuri, se realizează cu ajutorul unui racord rotativ de o concepţie originală prevăzut cu conducte care pot deservi simultan acţionarea utilajelor suplimentare ale lopeţii hidraulice, ca : suporţii hidraulici, lama de buldozer etc. La lopata mecanică tip K-406 ambele osii sînt comandate.

Tipul K-407 este montat pe şasiul unui camion robust STAR 660 M 1, fabricat în serie la Starachowice ; camionul are trei osii comandate şi este echipat cu un motor de 105 CP.

Ambele variante ale acestui utilaj au o siluetă modernă şi asigură operatorului din cabină o perfectă vizibilitate a cîmpului de lucru. Capota demontabilă de tablă a cabinei permite accesul lesnicios la motor, pompe şi distribuitori. În afara echipamentului de săpare, uzina are posibilitatea de a dota utilajul cu un dispozitiv de descărcare avînd o capacitate de 1,2 m^3.

Principalele caracteristici tehnice ale lopeții mecanice :

	K-406	K-407
Debitul celor două pompe hidraulice	100 l/min	
Presiunea de serviciu	120 kg/cm²	
Puterea motorului Diesel la turația de 2 000 rot/min	50 CP	
Dispozitive de lucru :		
a. Cupă cu capacitatea de	0,4 m³	0,4 m³
săgeata de lucru	7,2 m	7,0 m
adîncimea de lucru	2,8 m	2,6 m
b. Lingură întoarsă cu capacitate de	0,4 m³	0,4 m³
săgeata de lucru	7,0 m	7,0 m
adîncimea de lucru	3,6 m	3,4 m
c. Echipament de macara		
forța de ridicare	2 500 kg	
săgeata	3,2 m	
d. Benă apucătoare		
capacitatea	0,2 m³	
adîncimea de lucru	4,5 m	4,3 m
înălțimea de descărcare	3,7 m	3,8 m
Viteza de rotație	7 rot/min	
Viteza în poziție de mers	20 la 60 km/h	
Greutatea	7,0 t	9,4 t

MACARAUA AUTOPROPULSATĂ HIDRAULICĂ TIP HDS-3

Acest utilaj reprezintă o versiune modernizată a macaralei cunoscute tip HDS-1. Macaraua tip HDS-3 este prevăzută, în primul rînd, a fi utilizată ca utilaj auxiliar pentru efectuarea operațiilor de transbordare de pe camioanele pe care este montată. Datorită sistemelor de fixare de tip universal cu care este dotată, macaraua poate fi montată și pe șasiurile altor tipuri de camioane avînd capacitatea de aproximativ 5 t. Macaraua poate servi și la operațiile de transbordare de pe alte camioane, de pe remorci sau vagoane de cale ferată. Domeniul de utilizare a acestei macarale poate fi considerabil lărgit prin adoptarea unor utilaje speciale — benă apucătoate sau pîlnie.

Comanda hidraulică a mișcărilor de ridicare și rotație permite reglajul continuu al vitezei cu ajutorul unei pompe cu debit variabil acționată de motorul camionului. Mișcările sînt comandate cu ajutorul a două pîrghii dispuse de o parte și de alta a camionului. Suporții cu comandă hidraulică permit descărcarea șasiului camionului și a arcurilor pe durata funcționării. În poziție de mers, macaraua se pliază în așa fel încît diversele sale elemente componente nu depășesc gabaritul camionului.

Forța maximă de ridicare : 1,5 t la un braț de 2,00 m.

Săgeata maximă : 4,00 m.

Greutatea : 750 kg.

Unghiul descris de braț în plan orizontal : 230°.

Utilajele de construcții prezentate se exportă prin Întreprinderea poloneză de import și export **POLIMEX** *— Warszawa, ul. Czackiego 7/9, P.O.Box 814 i 815.*

La livrarea utilajelor se asigură și asistența tehnică necesară și anume: formarea cadrelor de mecanici, asistență tehnică prin cadrele specializate ale producătorului, verificări în cadrul perioadei de garanție și furnizarea de piese prin care să se asigure funcționarea fără întreruperi a utilajelor; în caz de defecțiuni mărunte sau de deteriorare a utilajelor se asigură remedierea lor imediată pentru a le reda productivitatea maximă.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1963

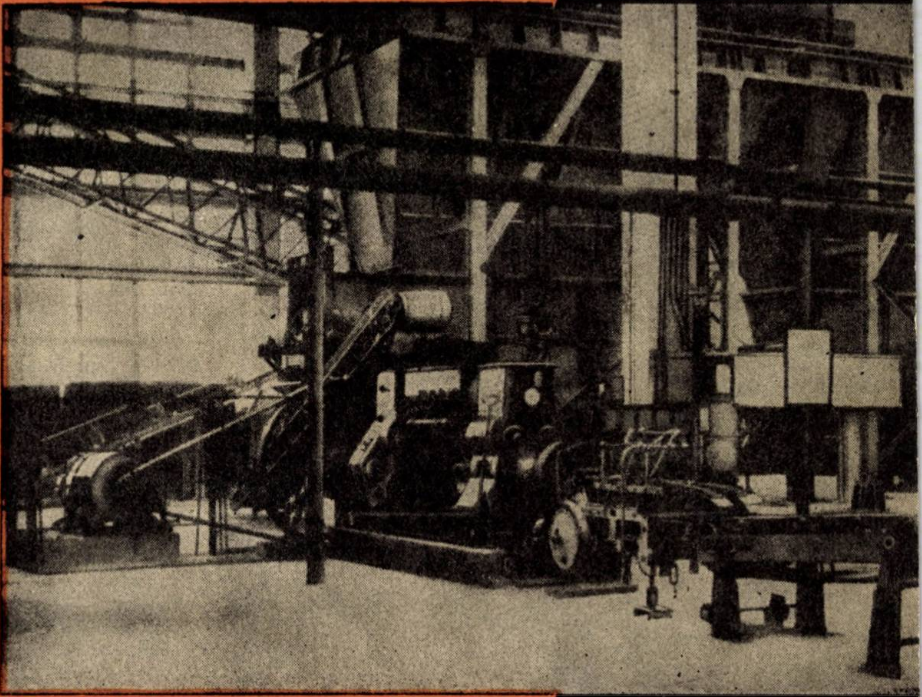
Publicom

BUCHAREST
INDUSTRIALEXPORT
ROMANIA

SOCIÉTÉ D'ÉTAT POUR LE COMMERCE EXTÉRIEUR

éxécute

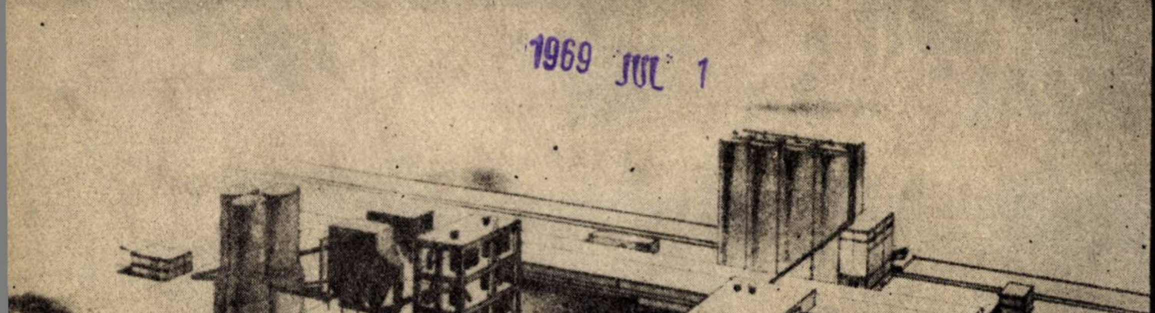
- outillages, équipements, projets et assistance technique pour fabriques de ciment utilisant le procédé humide ou sec, fabriques de briques et de tuiles, fabriques de pièces préfabriquées en béton (grands panneaux pour immeubles d'habitations, éléments industriels, poteaux éléctriques, gouttières pour irrigations, tuyaux à pression, etc.), fabriques d'argile expandée.
- installations de coffrages glissants pour diverses constructions (fourneaux industriels à section variable, silos à cellules de formes et dimensions diverses, constructions d'habitations).



1969 JUL 1

Pour informations et offres s'adresser à
I.S.C.E. INDUSTRIALEXPORT, 2, rue Gabriel Péri, Bucarest ROUMANIE
Téléphone: 116 ★ Telex: 214 ★ Télégrammes: INDEXPORT

1969 JUL 1



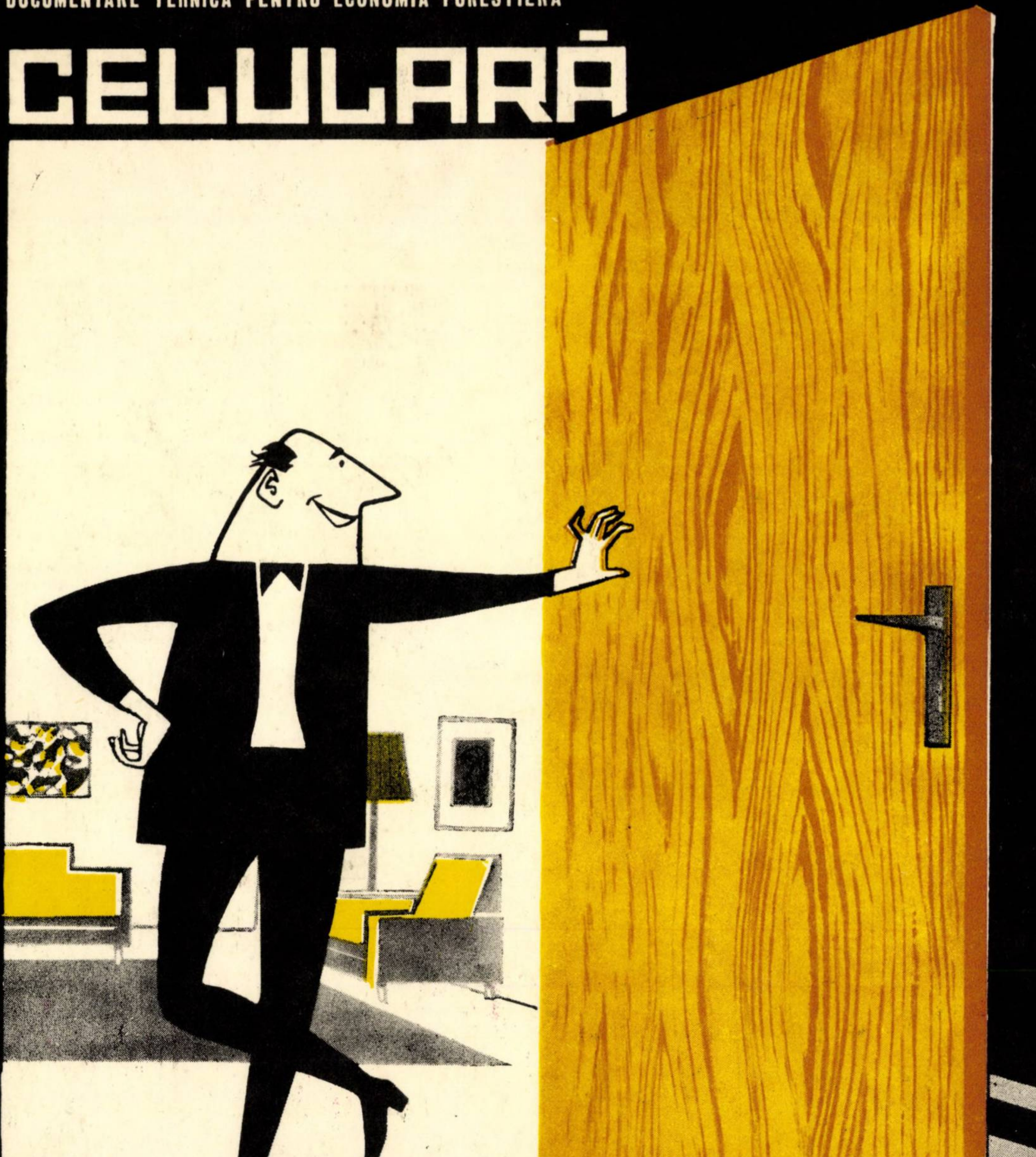
1969 3

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT
PENTRU CONSTRUCȚII
ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

MINISTERUL ECONOMIEI FORESTIERE
CENTRUL DE DOCUMENTARE TEHNICĂ PENTRU ECONOMIA FORESTIERĂ

UŞI CU STRUCTURĂ CELULARĂ



- rezistente
- estetice
- durabile

Executîndu-se cu tocul lamelat, din cherestea de răşinoase şi căptuşeală din PFL în diferite variante: pline, cu 1/3 ochi geam, 2/3 ochi geam, furniruite sau vopsite opac, UŞILE INTERIOARE CU STRUCTURĂ CELULARĂ sînt moderne şi adaptabile oricărui tip de construcţie.

Structura celulară a uşilor, asigură acestora o greutate redusă, stabilitate dimensională şi bune proprietăţi de izolare termică şi fonică.

Pentru procurarea UŞILOR CELULARE FINISATE, vă puteţi adresa unitaţilor comerciale de stat şi cooperatiste. Cereţi UŞILE CELULARE produse de INTREPRINDERILE MEF: CIL PIPERA-BUCUREŞTI, CIL BACĂU şi CIL GĂLĂUTAŞ.

E 1688

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT
1883

REVISTA CONSTRUCŢIILOR ŞI A MATERIALELOR DE CONSTRUCŢII

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT PENTRU
CONSTRUCŢII, ARHITECTURĂ ŞI SISTEMATIZARE

3

1969

VOLUMUL 21, Nr. 3

MARTIE 1969

SUMAR

D. STOICOVICI

Structură mixtă de elemente prefabricate suprabetonate realizată la o hală industrială etajată 113

FLORIN-ERMIL DABIJA

Calculul frecvențelor și formelor proprii de vibrație ale structurilor etajate prin metoda matricii de transfer (Holzer) 119

ȘT. MIHĂILESCU

Acționarea hidrostatică, tendință actuală în domeniul mașinilor pentru lucrări de terasamente 125

ȘT. VINTILĂ

Traiectoriile maxime și minime ale jeturilor de aer neizoterme 130

S. CETĂȚEANU, V. ROȘCA, S. COANDĂ, M. STANCU

Distanțieri de material plastice pentru poziționarea armăturii elementelor de beton armat. 135

MARIA ENCULESCU

Cimenturi hidrofobe 143

S. ȘULER, R. GERTLER

Calcule simplificate privind asigurarea pe timp friguros a temperaturii prescrise pentru betoane la stațiile de preparare . . . 160

CRONICĂ

DOCUMENTARE

RECENZII

3 049

Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții, organ al Comitetului de Stat pentru Construcții, Arhitectură și Sistematizare — Redacția, administrația și casieria : București, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, Telefon : redacția și administrația 16.49.14. Abonamentele se primesc numai la sediul redacției. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.39 Direcția Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacția publicațiilor „Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții"
și „Arhitectura"
Prețul unui exemplar lei 8

Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul : Întreprinderea Poligrafică „Informația" — București. c. 3049

SUMMARY

D. STOICOVICI ; Composite structures ; concrete covered prefabricated components for a two storey industrial building

Assuming that an adequately conceived composite structure offers both the advantages of a cast in-situ structure as regards rigidity, load transmission, point load distribution etc. and those of a prefabricated one since no shuttering or scaffolding are required, construction times are diminished, labour demand on site is lowered etc., the author designed for a two storey industrial building the structure described in this article.

F. DABIJA ; Computation of natural frequencies and determination of oscillation patterns for an elastic system with several degrees of freedom by the transfer matrix method (Holzer)

The author systematizes the Holzer method so as to make it suitable for practical determinations of natural oscillation patterns in structures with a finite number of degrees of freedom.

Generally speaking the method dealt with is advantageously applied, even without making appeal to electronic computers, to any structure under torsional stress and whose behaviour is basically influenced by shearing deformations.

ST. VINTILĂ ; Maximum and minimum trajectories of non-isothermal air jets

The paper studies the conditions the trajectory of a plane or circular non-isothermal air jet is supposed to meet so as reach a maximum or a minimum

The equations thus derived are particularly useful and easy to apply when designing a ventilation or an air conditioning system since they permit a detailed analysis of the peculiarities of non-isothermal air jets. This conclusion is stressed by a final illustrative example.

ST. MIHĂILESCU : Hydrostatic drives – a contemporary trend in the fabrication of earthwork machines

Hidrostatic drive systems are able to improve the performances of most different building machines.

Considerable improvements are to be recorded in the making of hydrostatic drive systems conceived for the building materials and prefabricated components industry, for excavating and transport machines, for compaction and boring equipment as well as for road building machines.

The author stresses the advantages of several earthwork machines provided with hydrostatic drive systems.

S. CETĂȚEANU, V. ROȘCA, S. COANDĂ, M. STANCU ; Plastics bar spacers for laying structural steel bars in reinforced concrete components

In 1967 the Research Institute for Building and Building Economy has studied the prospects of utilizing in Romania plastics bar spacers.

The article expounds the results of the tests carried out in order to start the production of plastics bar spacers and apply them to either prefabricated or cast in place reinforced concrete components.

MARIA ENCULESCU ; Hydrophobic cements

After a series of theoretical reflections on the preparation of hydrophobic cements the author expounds the investigations and tests carried out in this country related to the production hydrophobic Portland and metallurgical cements. Further on is delimited the application field of such cement sorts as well as of either white or coloured hydrophobic Portland and aluminous cements successfully used for making decorative mortars and concretes.

S. SULER & R. GERTLER ; Simplified computations for securing the specified temperature at a concrete mixing plant in winter

The investigations carried out by the Research Institute for Building and Building Economy have brought forward that the concrete temperatures have, at their delivery, frequent fluctuations throughout a working day and that these fluctuations attain and sometimes even exced 10°C.

Since the temperature controls are generally carried out by empiric methods, the author expounds the results reached at while endeavouring to find a sufficiently simple computation method for so securing the temperatures specified for a concrete mixing plant.

SOMMAIRE

D. STOICOVICI ; Construction mixte en éléments préfabriqués surbétonnés, réalisée pour une baie industrielle étagée

L'idée maitresse sur laquelle s'appuie la conception que l'auteur a mis en œuvre pour les dessins d'un hall industriel étagé c'est qu'une construction mixte, raisonnablement conçue, remplit pareillement les conditions requises pour une structure monolithe – quant à la rigidité, la façon de transmettre les sollicitations, la répartition des charges locales etc. –et celles requises à une struccure en préfabriqués parce qu'elle élimine les coffrages et les appuis, parce qu'elle réduit la durée d'exécution les travaux de main d'œuvre sur le chantier etc

F. DABIJA ; Calcul des fréquences et formes propres de vibration des systèmes élastiques à plusieurs degrès de liberté, par la méthode de la matrice de transfert (Holzer)

L'auteur présente une systématisation de la méthode de Holzer, utile pour déterminer en pratique les modules propres aux structures à nombre fini de degrès de liberté.

La méthode présentée peut être employée, généralement avec profit, sans faire appel à une calculatrice électronique, dans le cas des constructions où prédomine l'effet des déformations au glissement.

ST. VINTILĂ ; Trajectoires maximales et minimales des jets d'air non-isothermes

L'auteur analyse les conditions de maximum et de minimum pour les trajectoires d'air non-isothermes de forme plane et respectivement circulaire

Les relations de calcul obtenues par la suite sont particulièrement utiles et faciles à appliquer à la conception des installations de ventilation et conditionnement de l'air et permettent en même temps l'analyse complète des caractéristiques des jets d'air non-isothermes. Un exemple de calcul apporte un poids supplémentaire aux considérations faites par l'auteur.

ST. MIHĂILESCU : L'actionnement Hydrostatique – Tendances actuelles dans la conception des machines pour les travaux de terrassement.

L'actionnement hydrostatique appliqué aux différentes groupes de machines rehausse leur performances techniques.

Ces dernières années ont vu des progrès dans l'actionnement des machines employées dans l'industrie des matériaux de construction et des préfabriqués, ainsi que dans l'actionnement des laveuses – transporteuses, compacteuses – foreuses et différents outillages destinés à des travaux de ponts et chaussées.

L'auteur décrit les avantages offerts par quelques machines destinées aux travaux de terrassements, à actionnement hydrualique.

S. CETĂŢEANU, V ROŞCA, S. COANDA, M. STANCU ; Pièces d'écartemené en matières plastiques pour positionner l'armature des éléments en béton armé

En 1967, l'Institut de Recherches et Economie des Constructions a étudié la possibilité d'employer en Roumanie les pièces d'écartement en matières plastiques.

Les auteurs font part des résultats obtenus à la suite des recherches et expériences entreprises dans cette voie et notamment à la confection des pièces d'écartement en matières plastiques et leur emploi à l'exécution des éléments préfabriques en béton armé ou coulés en monoliths.

MARIA ENCULESCU ; Ciments hydrophobes

L'auteur fait d'abord un nombre de considérations de nature théorique sur la préparation des ciments hydrophobes, pour montrer ensuite les recherches et les expériences entreprises en Roumanie pour obtenir des ciments hydrophobes Portland et métallurgiques. Sont montrés aussi les domaines d'emploi de ces ciments, des ciments Portland et alumineux blancs ainsi que de ceux coloriés et hydrophobes que l'on emploie avec succès pour mortiers et bétons décoratifs.

S. SULER et R. GERTLER : Simplification des calculs nécessaires à assurer par temps froid la température prescrite pour les stations de préparation

Certaines recherches entreprises par l'INCERC ont permis de constater que la température du béton au moment de l'expédition varie fréquemment, les variations atteignant le long d'une journée de travail la valeur de 10 C et même plus.

Comme le réglage de cette température se faisait de manière empirique, les auteurs présentent les résultats obtenus à la suite des recherches entreprises en vue de trouver une méthode de calcul thermo-technique suffisamment simple pour assurer aux bétons la température prescrite dans les stations de préparation.

INHALT

D. STOICOVICI ; Verbundkonstruktion aus überbetonierten Betonfertigteilen für eine mehrstöckige Industriehalle

Im Artikel wird die Tragkonstruktion einer mehrstöckigen Industriehalle beschrieben bei deren Entwurf angenommen wurde dass eine zweckmässig gestaltete Verbundkonstruktion fähig ist die Vorteile einer an Ort gegossener Konstruktion nämlich : Steifigkeit, Übertragung der angebrachten Belastungen Verteilung örtlicher Belastungen u.a.m. mit denen einer vorgefertigen Konstruktion nämlich : Ausscheidung von Schalungen und Rüstungen, Kürzung der Bautermine, Einschränkung der an der Baustelle erforderlichen Arbeitskräfte u a m zu vereinigen

F. DABIJA ; Bestimmung der Eigenfrequenzen und Eigenschwingungsformen eines elastischen Systems mit mehreren Freiheitsgraden nach dem Hölzerschen Verfahren der Übertragungsmatrix

Eine systematische Behandlung des Hölzerschen Verfahrens die sich als besonders nützlich erweist bei der Bestimmung der Eigenschwingungsformen von Konstruktionen mit einer endlichen Anzahl von Freiheitsgraden.

Das Verfahren kann, im allgemeinen, besonders vorteilhaft angewandt werden auch ohne Mitwirken eines elektronischen Rechners sobald es sich um Konstruktionen handelt die auf Drehung beansprucht sind oder bei denen die Gleitverformungen vorherrschend sind.

. VINTILĂ ; Maximale und minimale nichtisotherme Luftstrahlbahnen

Im Artikel werden untersucht die Maximum- und Minimumbedingungen r nichtisotherme, ebene bzw. kreisförmige Luftstrahlbahnen.

Die auf diese Weise abgeleitete Rechenformeln sind besonders nützlich ıd leicht anwendbar bei der Projektierung von Lüftungs- und Klimaanlagen ıd ermöglichen eine erschöpfende Untersuchung der Charakteristiken eines chtisothermen Luftstrahls. Um dies hervorzuheben wird im Abschluss ein ıhlenbeispiel angegeben.

T. MIHĂILESCU : Hydrostatischer Antrieb – ein gegenwärtiger Trend in r Erzeugung von Erdarbeitsmaschinen

Der hydrostatische Antrieb verschiedener Maschinengruppen brings mit ch eine Verbesserung deren Leistungswerte.

In den letzten Jahren ist festzustellen eine erhebliche Vervollkommnung er hydrostatischen Antriebsysteme für Maschinen der Baumaterialien ng Fertigteilindustrie, für Aushub und Transport – maschinen, für Verchtungs und Bohranlagen sowohl wie für gewisse Strassenbaumaschinen.

Der Autor hebt hervor die Vorteile einiger mit hydrostatischen Antriebstemen vorgesehenen Erdarbeitsmaschinen.

CETĂŢEANU, V. ROŞCA, S. COANDĂ, M. STANCU ; Kunststoff Distanzücke für die Verlegung der Bewehrungsstäbe in Stahlbeton Bauteilen

Im Laufe des Jahres 1967 hat das Forschungsinstitut für Bauwesen und auwirtschaft die Möglichkeiten erforscht auch hierzulande Kunststoff Distanzücke anzuwenden.

Im Artikel werden vorgeführt die Ergebnisse der durchgeführten Forschunen und Prüfungen betreffend Erzeugung und Anwendung von Kunsstoff Disnzstücken bei der Herstellung von vorgefertigten oder an Ort und Stelle egossenen Stahlbeton Bauteilen.

ARIA ENCULESCU ; Wasserabweisende Zemente

Nach einigen theoretischen Betrachtungen betreffend die Erzeugung von asserbweisenden Zementen führt die Verfasserin die Forschungsarbeiten und ersuche vor die hierzulande durchgeführt wurden in Zusammenhang mit der rzeugung von wasserabweisendem Portland und metallurgischem Zement. Veiterhin wird abgegrenzt das Anwendungsgebiet derartiger Zementsorten, nschliesslich weisser und farbiger Portland und Tonerdezemente die mit Erfolg ei der Herstellung von dekorativen Mörteln und Betonen angewandt werden.

. SULER u. R. GERTLER ; Vereinfachte Berechnungsart betreffend die Siherung der vorgeschriebenen Betontemperaturen beim Winterbetrieb einer etonmischanlage

Die Untersuchungen durchgeführt im Forschungsinstitut für Bauwesen und auwirtschaft haben hervorgehoben dass die Betontemperatur beim Verlassen er Mischanlage öfters Schwankungen aufweist die, im Laufe eines Tages, 10° C rreichen und sogar überschreiten.

Da die Einstellung der Temperatur gewöhnlicherweise erfahrungsmässig eschieht, werden im Artikel einige Ergebnisse vorgeführt die abgezielt sind auf ie Festsetzung eines genügend einfachen wärmetechnischen Berechnungsverahrens das uns ermöglichen soll die vorgeschiebene Betontemperatur bei der Betonmischanlage zu erhalten.

СОДЕРЖАНИ

Д, СТОЙКОВИЧ: Смешанная несущая схема. выполненная для этажированного промышленного цеха из сборных бетонных констукций, поверх которых уложен бетон

Исходя от предпосылки, что правильно задуманная смешанная схема отвечает требованиям как монолитной схемы (в отношении жёсткости, способа передачи нагрузок, распределения местных нарузок и т.п.), так и сборной схеме (устраняется опалубка и стелажи, сокращаются сроки возведения работ, снижается затрата живого труда на стройке). Автор запроектировал, для этажированого промышленного цеха, схему описанную в статье.

Ф, ДАБИЖА: Расчёт частот и видов собственных вибраций упругих систем с блольшим числом степеней вободы, по методу Гольцера.

Автор описывает систематизацию метода Гольцера, обную для практического определения видов собвенных вибраций систем с ограниченным числом степней свободы.

Представляемый метод может быть всеобще выгодно именён, обходясь без электронно-вычислительных шин, при расчёте кручения и структур, в которых бладает эффект деформаций от скольжения.

**Шт, ВИНТИЛЭ: Максимальные и минимальные трае
тории воздушных потоков неодинаковой температур**

В статье анализируются условия максимума и мин
мума траекторий воздушных плоских,и, соответственн
круговых потоков неодинаковой температуры.
Расчётные уравнения, полученные на этом основ
нии, весьма полезны и легко применимы при проект
ровании проводок для вентиляуи и кондициониро
вания воздуха, так как они допускают полный анали
характеристик воздушных неодинаковой температур
потоков. С тем, чтобы подчеркнуть вышеизложенно
в конце статьи представлен пример расчёта.

**Шт. МИХЭЙЛЕСКУ Гидростатический привод. Сов
ременная тенденция в области земляных работ.**

**С. ЧЕТЭЦЯНУ, В. РОШКА, С. КОАНДЭ, М. СТАНКУ
Пластмассовые распорки для установки арматур
железобетонных элементов**

В 1967 году Научно-исследовательский институ
по строительству и экономике строительства изучи
возможность использования в С. Р. Румыния пласт
массовых распорок.
В статье изложены результаты, полученные н
основании испытаний, произведенных с целью изго
товления пластмассовых распорок и их использо
вания при изготовлении монолитных или сборны
железобетонных элементов.

МАРИЯ ЭНКУЛЕСКУ: Гидрофобные цементы

После ряда теоретических соображений касающихс
изготовления гидрофобного цемента, автор описывае
и эксперименты, поставленные у нас в стране, с цель
получения гидрофобного металлургического и портладцемента.
Затем представлена область потреблени
этого цемента, а также портладцемента, алюминоцемента
и цветного гидрофобного, которые используются
с успехом для декоративных растворов и бетона

**С. ШУЛЕР,Р. ГЕРТЛЕР: Упрощённые расчёты для
обеспечения в зимнее время предписанной температуры,
необходимой бетону на бетонных заводах**

В рамках исследований, проведенных Научно-исследовательским
институтом по строительству и экономике
строительства, констатировано, что температур
бетона в момент отправки с завода часто изменяетс
и, что эти изменения, в течение рабочего дня, варьируют
в пределах 10°С и более.

Так как регулировка температуры бетона производилась
эмпирически, в статье представлены результаты
полученные при попытке найти достаточно не
сложную методику, которая обеспечила бы предписанную
температуру бетона при выпуске с завода.

Structură mixtă din elemente prefabricate suprabetonate realizată la o hală industrială etajată

Ing. D. Stoicovici
I.S.P.F.

I. GENERALITĂŢI

În multe cazuri, planşeele halelor industriale etajate trebuie astfel alcătuite încît să răspundă unor condiţii destul de severe, printre care menţionăm :

a) Asigurarea transmiterii unor încărcări temporare mari şi în unele cazuri şi a sarcinilor seismice. În cazul halelor etajate, aceste condiţii determină adoptarea unor structuri pe cadre cu noduri cît mai rigide, prin încastrări elastice ale riglelor în stîlpi. Soluţiile constînd din structuri realizate cu rigle articulate în stîlpi nu sînt economice şi trebuie evitate.

b) Repartizarea încărcărilor locale importante prin antrenarea unor zone active cît mai mari.

c) Asigurarea unor amplitudini ale vibraţiilor (provocate de utilajele în mişcare) cît mai reduse.

Condiţiile de mai sus determină realizarea de planşee rigide în plan vertical şi orizontal.

d) Alegerea soluţiilor constructive care să permită crearea lesnicioasă de goluri şi denivelări, determinate de procesul tehnologic.

e) Realizarea de planşee cu înălţimi de construcţii cît mai reduse pentru a evita supraînălţarea halei.

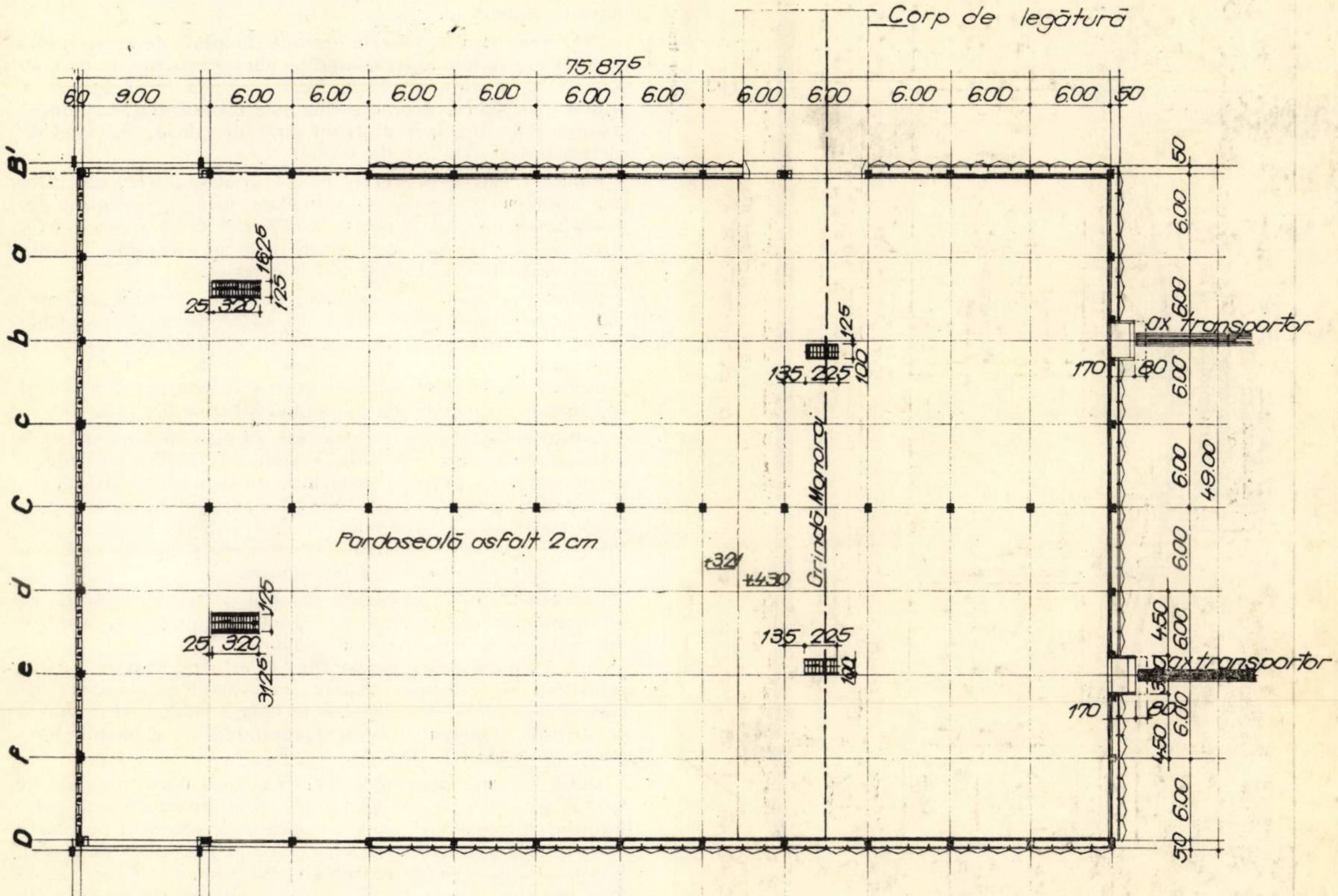
f) Scurtarea duratei de execuţie şi asigurarea posibilităţilor de lucru în timpul iernii.

Se constată că soluţiile realizate din structuri clasice din beton armat prefabricat nu răspund majorităţii condiţiilor şi că, din această cauză, aproape toate halele etajate au fost realizate cu structuri din beton armat monolit.

Ţinînd cont însă de dezavantajele cunoscute ale structurilor monolite, în condiţiile specifice de dezvoltare ale ţării noastre, consider că soluţiile de hale etajate realizate cu structuri mixte alcătuite din elemente prefabricate suprabetonate trebuie adoptate cu precădere, întrucît folosesc concomitent avantajele structurilor monolite şi prefabricate, eliminînd în acelaşi timp, cel puţin în parte, dezavantajele lor.

Într-adevăr, o structură mixtă, raţional concepută, îndeplineşte atît condiţiile unei structuri monolite, în ceea ce priveşte rigiditatea, modul de transmitere a solicitărilor, de repartizare a încărcărilor locale etc., cît şi ale unei structuri prefabricate, prin eliminarea cofrajelor şi a sprijinirilor,

Fig. 1. Plan etaj



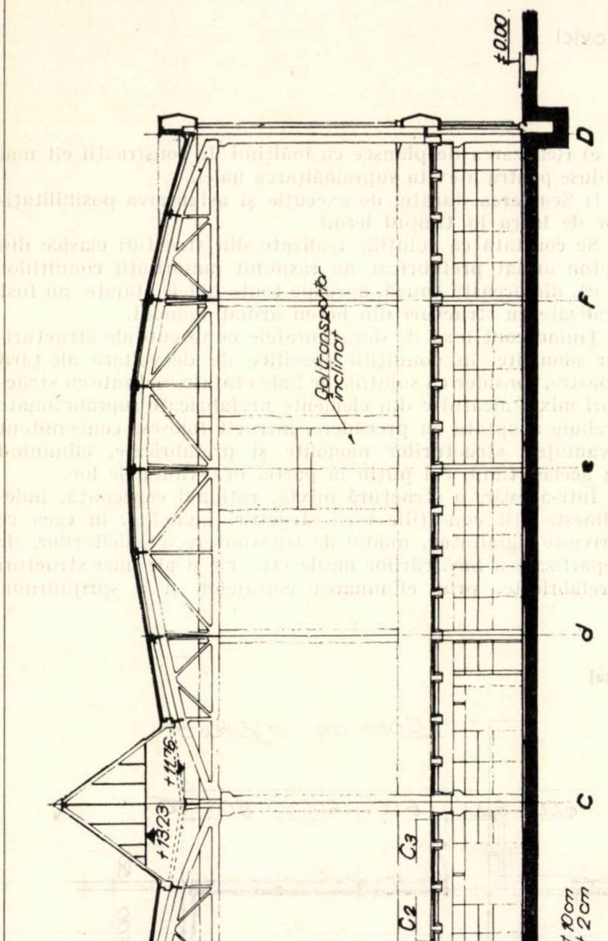


Fig. 2. Secţiune transversală

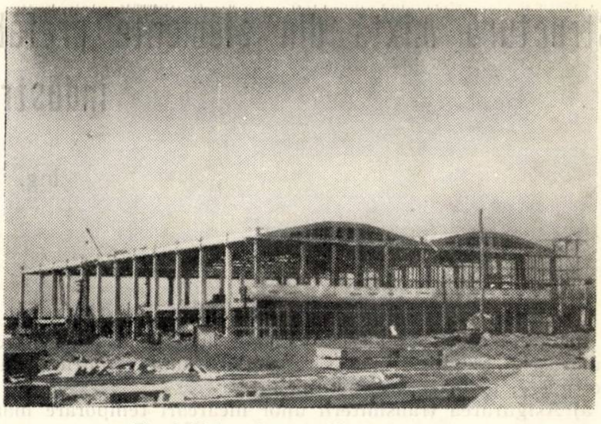


Fig. 3. Vedere de ansamblu a structurii

prin scurtarea duratei de execuţie, a micşorării manoperei de şantier etc. În acelaşi timp, prin reducerea volumului de prefabricate, scade şi costul necesar transportului şi montajului acestora şi implicit şi valoarea de investiţie a halei.

II. DESCRIEREA LUCRĂRII

Ocupînd în plan o suprafaţă construită de 3 700 m² (fig. 1), fabrica de cherestea foioase de la CIL Piteşti are două niveluri şi o înălţime la cornişe de 12,60 m (fig. 2).

Construcţia are o lungime de 75,90 m şi o lăţime de 49,00 m, stîlpii fiind aşezaţi la parter pe reţeaua modulară de 6,00 × 6,00 m, iar la etaj pe reţeaua modulară de 24,00 × 6,00 m. În zona de capăt, din motive tehnologice, traveea se măreşte la 9,00 m.

II.1. **Acoperişul halei** este alcătuit din plăci de armociment de 3,00 m deschidere, rezemînd pe pane prefabricate de 6,00 şi 9,00 m deschidere. Hala fiind încălzită local, numai la punctele de lucru, acoperişul nu este termoizolat, iar hidroizolaţia este compusă dintr-un strat de pînză, un strat de carton şi trei straturi de bitum.

Panele reazemă pe ferme de 24 m deschidere, alcătuite din panouri prefabricate, asamblate prin precomprimare. Necesitatea prevederii unui electropalan de 3 t, precum şi folosirea, la capăt, a traveei de 9,00 m, au dus la două tipuri de ferme, cu acelaşi contur exterior.

Stîlpii principali ai structurii, pe care reazemă fermele, sînt de asemenea prefabricaţi. Ei au secţiunea transversală de 45 × 55 cm (cei exteriori) şi de 45 × 60 cm (cei interiori), înălţimea de 12,50 m şi o greutate de 8,3 — 10,2 t. Sînt prevăzuţi cu console laterale pentru rezemarea fermelor şi a grinzilor principale ale planşeului intermediar (fig. 3).

Datorită faptului că fabrica este amplasată într-o regiune seismică de gradul 7 şi ţinînd seamă că modul de alcătuire a acoperişului nu permite asimilarea lui cu o şaibă rigidă, s-a considerat necesară contravîntuirea acoperişului în planul tălpii superioare a fermelor cu o construcţie în zăbrele, avînd tălpile şi montanţii constituiţi din fermele şi panele de beton armat, iar diagonalele din oţel-beton.

Construcţia este prevăzută în axul stîlpilor centrali cu un luminător longitudinal, de formă triunghiulară, alcătuit din şprosuri de beton armat prefabricat.

II.2. **Planşeul peste parter** (fig. 4) este realizat din grinzi principale prefabricate dispuse transversal şi chesoane, de asemenea prefabricate, dispuse în lungul clădirii şi rezemînd pe grinzile principale, întregul ansamblu de elemente fiind apoi suprabetonat (fig. 5).

II.2.1. Grinzile principale (fig. 6) au deschideri normate de 6,00 m şi reazemă pe stîlpii principali ai structurii şi pe stîlpi interiori intermediari, care se opresc în planşeu. Secţiunea transversală a grinzilor este în ⊥, avînd înălţimea de 25 cm, lăţimea tălpii, pe care reazemă chesoanele, de 50 cm şi lăţimea inimii de 18 cm. După montarea chesoanelor de planşeu, grinda se suprabetonează pe lăţimea inimii, ajungînd la o înălţime totală de 70 cm. În vederea asigurării conlucrării cu betonul din suprabetonare, grinda prefabricată este prevăzută cu striuri care asigură o suprafaţă de contact rugoasă, şi cu etrieri şi armături înclinate, care pătrund în betonul monolit (fig. 7).

În timpul montajului, grinda prefabricată trebuie sprijinită cu doi popi intermediari, astfel ca, înainte de întărirea suprabetonării, deschiderea grinzii să nu depăşească 2,00 m (fig. 8).

II.2.2. Chesoanele de planşeu au deschideri şi lăţimi nominale de 6,00 m, respectiv 1,50 m ; ele au placa de 3 cm grosime şi cîte două nervuri longitudinale de secţiune trapezoidală cu baza mică (la partea inferioară) de 7 cm, baza mare (la partea superioară) de 10 cm şi înălţimea de 30 cm. Chesonul este prevăzut cu două nervuri de rigidizare de 4—6 cm lăţime şi 15 cm înălţime şi cu două timpane de 10—18,5 cm lăţime şi 55 cm înălţime, care asigură rezemarea pe grinzile principale (fig. 9).

Pe contur, chesoanele sînt prevăzute cu striuri şi mustăţi care asigură conlucrarea lor cu betonul monolit.

Ele se montează astfel încît între nervurile longitudinale să rămînă la partea superioară un spaţiu minim de 13 cm (fig. 10) care se armează şi se monolitizează. Ansamblul alcătuit din cele două nervuri ale chesoanelor alăturate, împreună cu monolitizarea dintre ele, constituie astfel o grindă secundară continuă în lungul halei (fig. 11).

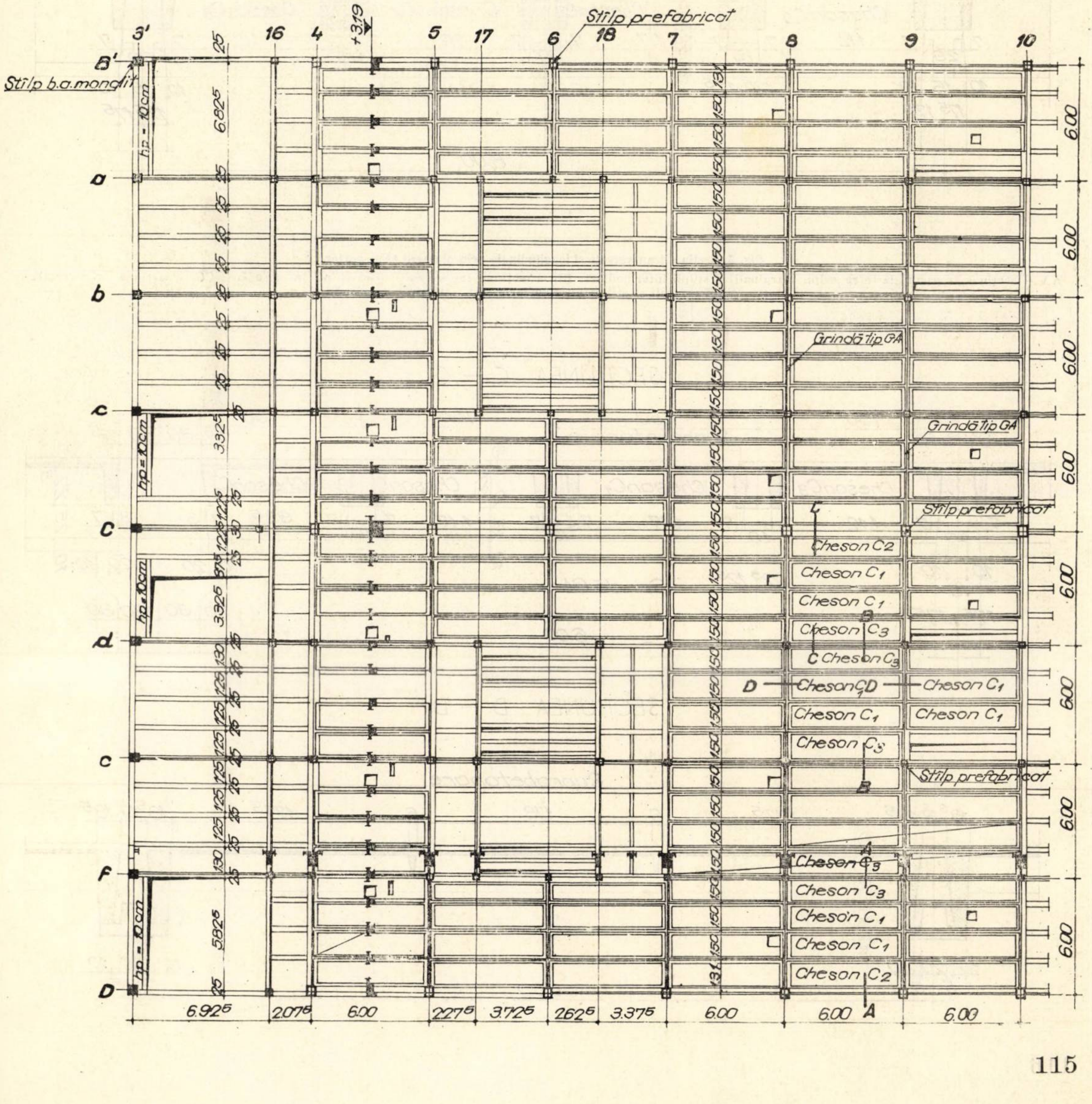
Faţa superioară a planşeului se suprabetonează cu un strat de beton armat de 5 cm grosime.

Se poate observa că, atît la grinzile principale cît şi la chesoane, armăturile de continuitate, pentru preluarea momentelor de pe reazeme, se prevăd la montaj în zonele care urmează a se suprabetona, astfel că în final se realizează o structură continuă cu noduri rigide similară cu structurile de beton monolit.

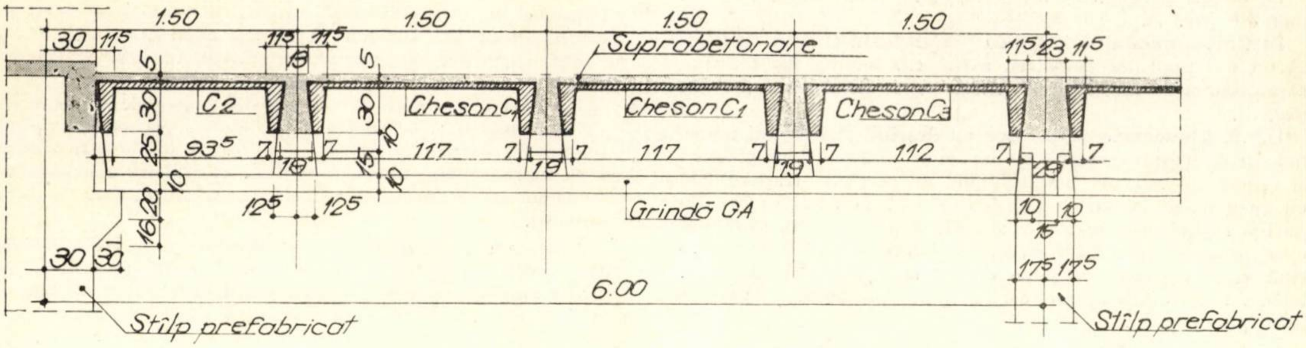
Se observă, de asemenea, că suprabetonările se realizează fără cofraje laterale şi fără susţineri, iar cofrajele prevăzute la faţa inferioară a nervurilor pot fi cu uşurinţă recuperate şi refolosite, ele fiind agăţate cu sîrmă de armătura nervurilor.

Pentru a se asigura executarea în condiţii optime a suprabetonărilor şi monolitizărilor, planşeul a fost montat după montarea şi rigidizarea prealabilă a acoperişului.

Fig. 4. Plan parţial al planşeului peste parter



SECȚIUNEA A — A


1.50
1.50
1.50
1.50
Suprabetonare
C2
Cheson C1
Cheson C1
Cheson C3
93⁵
117
117
112
Grindă GA
6.00
Stîlp prefabricat
Stîlp prefabricat

SECȚIUNEA B — B

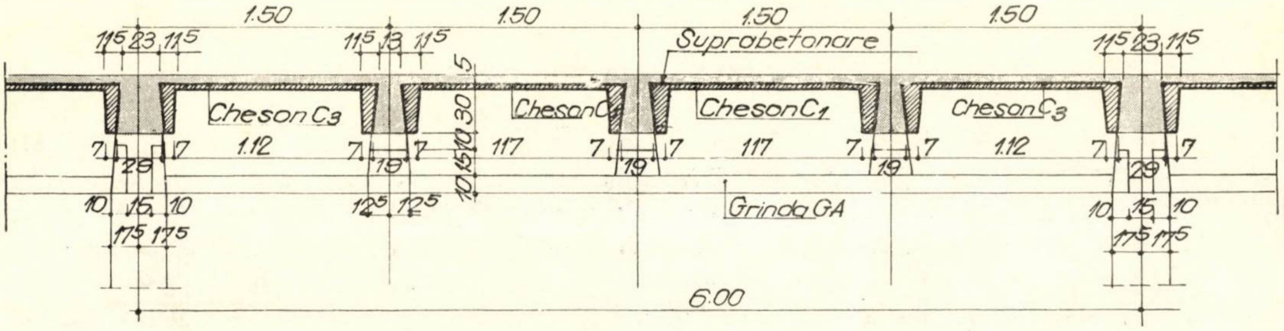
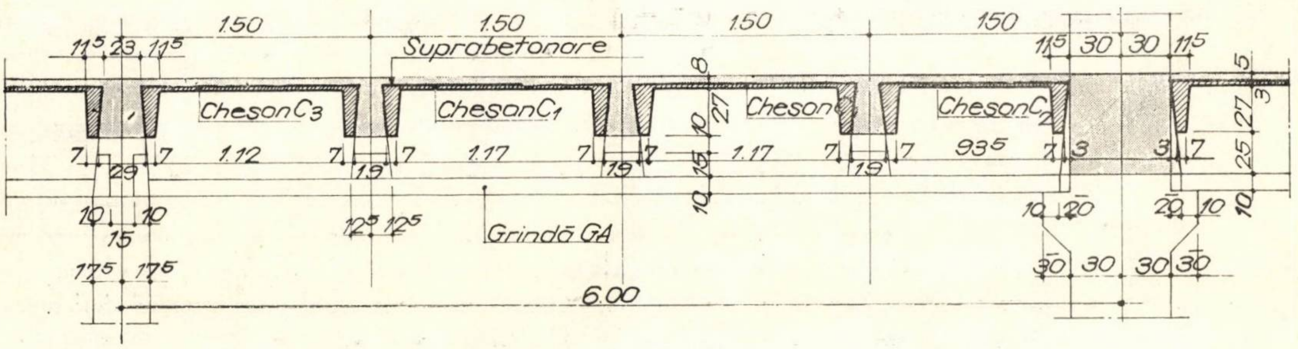

1.50
1.50
1.50
1.50
Suprabetonare
Cheson C3
Cheson C1
Cheson C1
Cheson C3
1.12
117
117
1.12
Grinda GA
6.00

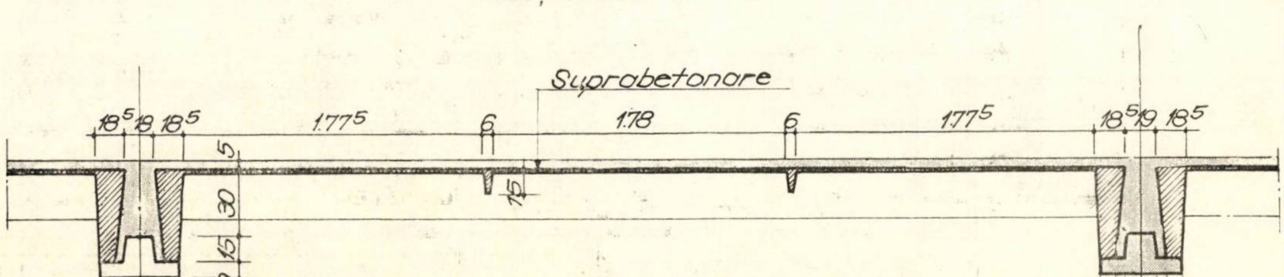
Fig. 5. Secţiuni transversale şi longitudinale prin planşeul peste parter

AA – secţiune transversală între stîlpii marginali şi stîlpii intermediari; BB – secţiune transversală între stîlpii intermediari; CC – secţiune transversală între stîlpii centrali şi stîlpii intermediari; DD – secţiune longitudinală

SECȚIUNEA C — C


1.50
1.50
1.50
150
Suprabetonare
Cheson C3
Cheson C1
Cheson C1
Cheson C2
1.12
1.17
1.17
93⁵
Grindă GA
6.00

SECȚIUNEA D — D


Suprabetonare
18⁵ 19 18⁵
1.77⁵
1.78
1.77⁵
6
6
6.00

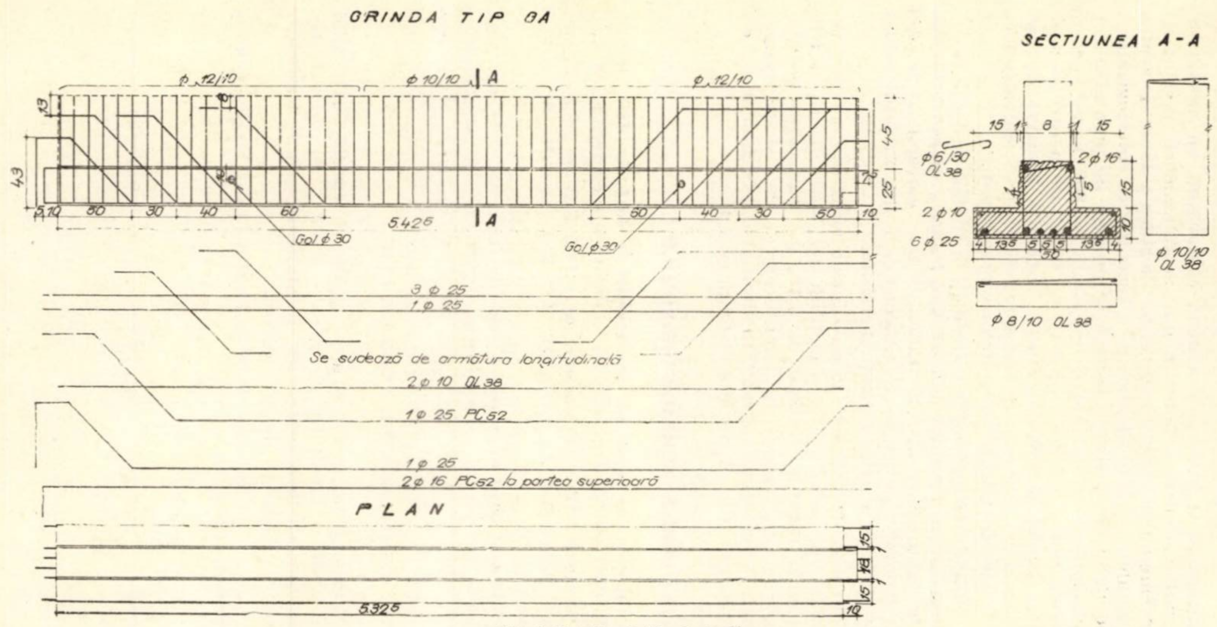

GRINDA TIP GA
SECTIUNEA A-A
φ 12/10
φ 10/10
A
5.425
Gol φ 30
3 φ 25
1 φ 25
Se sudează de armătura longitudinală
2 φ 10 OL 38
1 φ 25 PC 52
1 φ 25
2 φ 16 PC 52 la partea superioară
PLAN
5.325
φ 6/30 OL 38
2 φ 16
2 φ 10
6 φ 25
φ 10/10 OL 38
φ 8/10 OL 38

Fig. 6. Detalii grindă principală

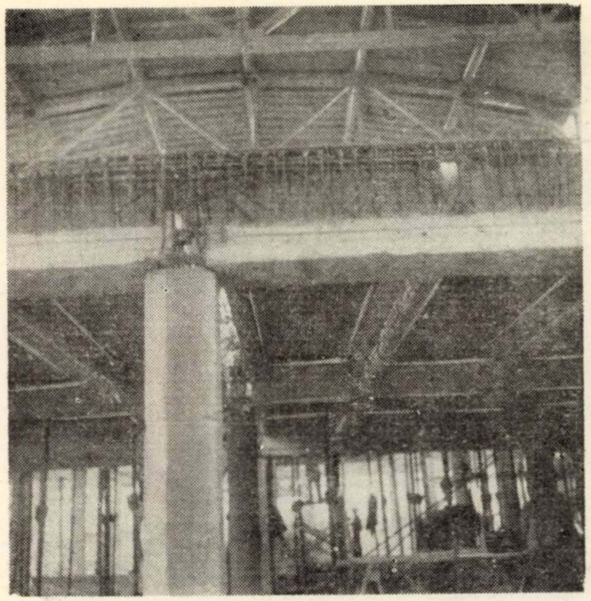


Fig. 7. Vedere laterală a grinzii principale

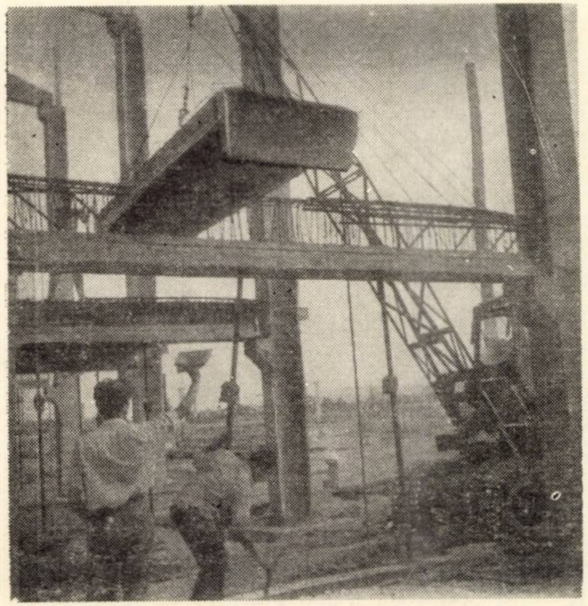


Fig. 8. Montarea chesonului pe grinda principală

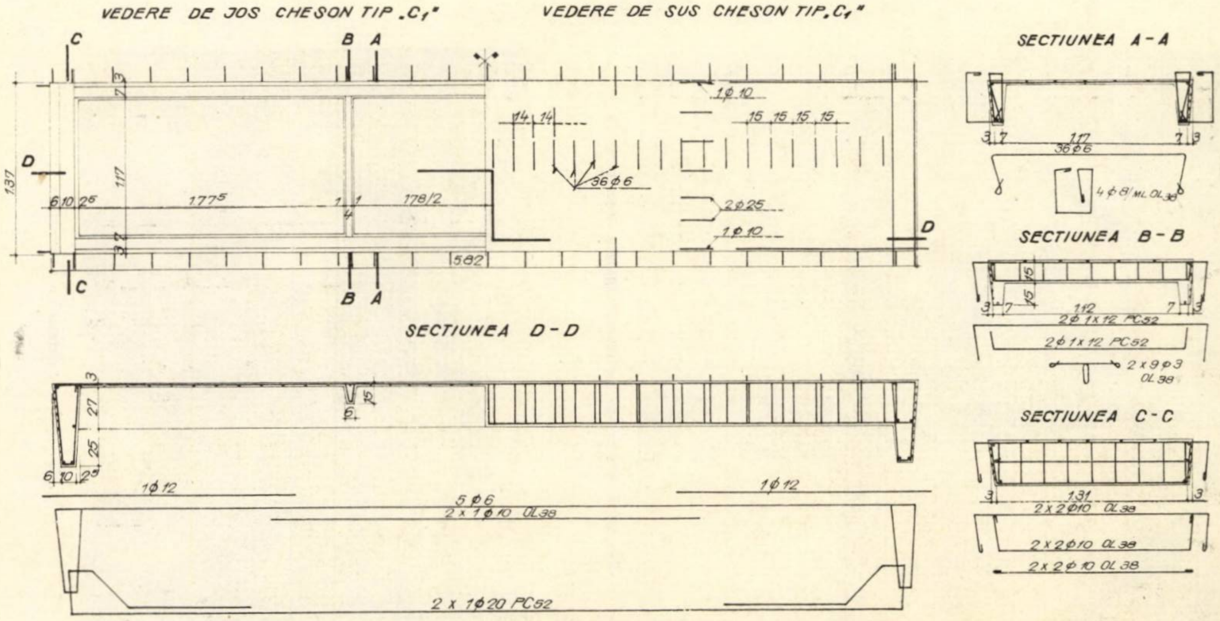

VEDERE DE JOS CHESON TIP „C₁"
VEDERE DE SUS CHESON TIP „C₁"
SECTIUNEA A-A
SECTIUNEA B-B
SECTIUNEA C-C
SECTIUNEA D-D
C
B
A
D
177⁵
178/2
582
137
117
1 φ 10
15 15 15 15
14 14
36 φ 6
2 φ 25
4 φ 8/ml OL 38
2 φ 1x12 PC 52
2 x 9 φ 3 OL 38
2 x 2 φ 10 OL 38
1 φ 12
5 φ 6
2 x 1 φ 10 OL 38
2 x 1 φ 20 PC 52

Fig. 9. Detalii cheson planșeu

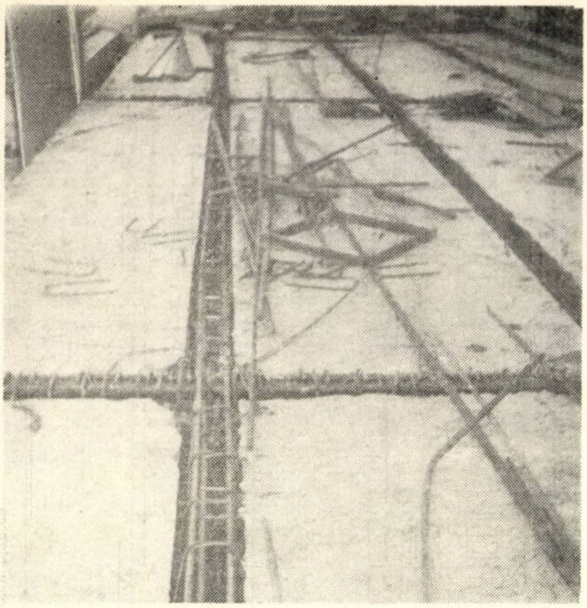


Fig. 10. Vedere de sus a planşeului înainte de monolitizare

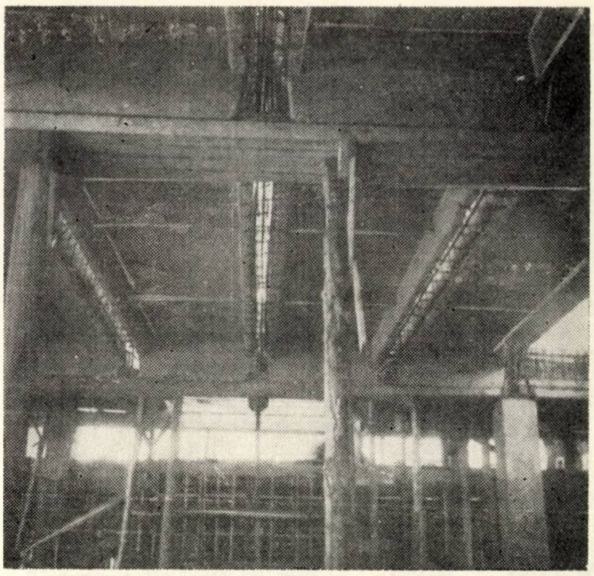


Fig. 11. Vedere de jos a planşeului înainte de monolitizare

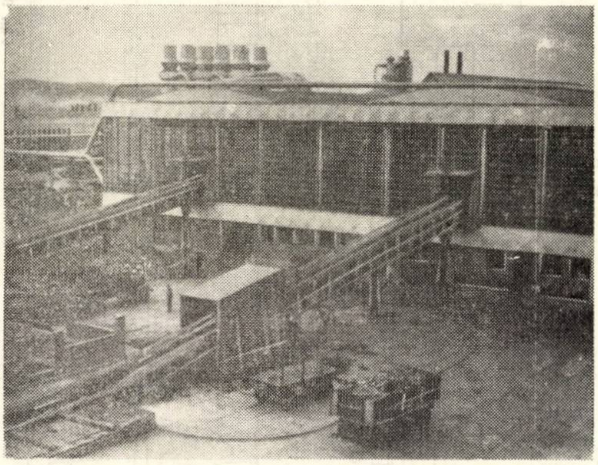


Fig. 12. Vedere exterioară a construcţiei

II.3. **Faţadele** sînt prevăzute cu ferestre de tablă presată, cu ochiuri fixe şi mobile şi cu panouri prefabricate chesonate care constituie parapete la nivelul planşeului peste parter şi atice la nivelul acoperişului (fig. 12).

Panourile prefabricate au deschiderea de 6,00 m şi înălţimea de 1,30 m, faţa exterioară fiind scoasă în relief prin realizarea, la fiecare panou, a patru suprafeţe în formă de piramidă.

III. CALCULUL

Calculul construcţiei s-a făcut ţinînd seamă de comportarea structurii prefabricate în timpul montajului şi apoi de conlucrarea acesteia cu suprabetonarea.

În prima etapă, atît chesoanele, cît şi grinzile principale au fost calculate pe schema corespunzătoare stadiului de montaj, chesoanele fiind considerate simplu rezemate pe grinzile principale, iar acestea simplu rezemate pe stîlpi şi continue pe popii intermediari. Încărcările luate în consideraţie au constat din greutatea proprie a elementului şi a suprabetonării, precum şi o încărcare temporară de 150 kg/m². În etapa a doua, elementele planşeului au fost calculate pe schema statică corespunzătoare stadiului final, pentru încărcările produse de greutatea permanentă şi de încărcarea temporară de 800 kg/m², pentru elementele secundare, respectiv de 500 kg/m² pentru elementele principale ale structurii. Secţiunile transversale ale elementelor portante au fost apreciate ca fiind echivalente cu cele corespunzătoare secţiunilor suprabetonate.

Stîlpii principali au fost calculaţi în stadiul de lucru corespunzător acoperişului montat, însă înaintea montării planşeului intermediar, apoi în stadiul de lucru corespunzător fazei de montaj a planşeului intermediar şi în fine în stadiul final de realizare a structurii suprabetonate.

În afară de încărcările gravitaţionale menţionate, construcţia a fost calculată la solicitările rezultate din încărcările seismice (care au rezultat de 5,3% din încărcările gravitaţionale), din variaţii de temperatură (± 20°) şi din tasarea inegală a reazemelor (rezultată din studiul geotehnic de 0,2 cm între doi stîlpi situaţi la o distanţă de 6,00 m).

IV. INDICI TEHNICO-ECONOMICI

Indicele de cost al construcţiei a fost de 480 lei/m², din care costul structurii fără fundaţii a reprezentat 53%.

Indicele total de consum de oţel a fost de 36,5 kg/m², din care 16,9 kg oţel OL 38, 18,9 kg PC 52 şi 0,7 kg SBP II.

Indicele total de beton a fost de 0,34 m³/m², din care 0,096 m³/m² în prefabricate, 0,108 m³/m² în fundaţii, 0,049 m³/m² în pardoseli şi 0,087 m³/m² în restul structurii.

V. PROIECTUL DE CONSTRUCŢIE

Proiectul de construcţie a fost elaborat în cadrul Institutului de studii şi proiectări forestiere — ISPF — de un colectiv din care au făcut parte ing. D. Stoicovici, arh. N. Vasilescu, ing. A. Wisner şi ing. N. Jilescu.

Lucrarea a fost executată de Trustul 1 construcţii — montaj din cadrul M.I.C.

Calculul frecvenţelor şi formelor proprii de vibraţie ale structurilor etajate prin metoda matricii de transfer (Holzer)

Ing. Florin-Ermil Dabija
I.S.C.A.S.

I. INTRODUCERE

Mărimea răspunsului dinamic al unei structuri supuse mişcărilor seismice depinde — după cum este cunoscut — de caracterul şi intensitatea cutremurului, de caracteristicile dinamice ale structurii, precum şi de interacţiunea dintre terenul de fundaţie şi structură.

Elementele esenţiale care definesc caracteristicile dinamice ale structurii sînt :

— gama frecvenţelor proprii de vibraţie ;
— totalitatea formelor proprii de vibraţie ;
— coeficienţii de amortizare.

Mărimea şi modul de distribuţie a masei, precum şi rigiditatea la fiecare nivel al unei structuri etajate fiind cunoscute, frecvenţele şi formele proprii de vibraţie pot fi determinate prin calcul, aceasta constituind o etapă obligatorie în analiza comportării structurii la acţiunea seismică. Determinarea mărimii amortizării în structuri este încă o problemă extrem de dificilă, atît sub aspect teoretic, cît şi experimental. Pe baza datelor existente, în prezent se pot evalua destul de aproximativ valorile coeficienţilor de amortizare.

Scriind ecuaţiile mişcării oscilatorii armonice a unui sistem elastic cu n grade de libertate, prin rezolvarea ecuaţiei care exprimă anularea determinantului coeficienţilor, se pot obţine valorile exacte ale frecvenţelor proprii ale sistemului. Rezolvarea acestei ecuaţii cu mijloacele curente de calcul este practic posibilă numai pentru sisteme cu maximum trei grade de libertate. Dacă $n > 3$ este necesar să se recurgă la un calculator electronic.

În această situaţie apare evidentă utilitatea aplicării unor metode aproximative de calcul pentru determinarea frecvenţelor şi formelor proprii de vibraţie. Acest lucru este indicat cu atît mai mult cu cît pentru proiectarea antiseismică a structurilor este, în general, suficientă cunoaşterea numai a primelor trei moduri normale de vibraţie.

În afara formulelor empirice, care oferă de obicei indicaţii privind numai modul fundamental, literatura de specialitate cunoaşte numeroase metode aproximative — ca, de exemplu, cele elaborate de Rayleigh, Rayleigh-Ritz, Dunkerley, Bernstein, Vianello-Stodola ş.a. — care dau posibilitatea determinării cu un anumit grad de precizie a frecvenţelor proprii.

Cele mai multe dintre aceste metode nu permit însă decît evaluarea frecvenţei fundamentale sau delimitarea domeniului de existenţă al acesteia, neoferind indicaţii satisfăcătoare nici asupra formei corespunzătoare de vibraţie. Teoretic posibilă în cazul unora dintre metode, determinarea frecvenţelor superioare este dificilă şi nu oferă o aproximaţie convenabilă. Metodele menţionate prezintă însă unele avantaje în anumite cazuri particulare.

Metoda iterativă Vianello-Stodola permite obţinerea frecvenţei şi formei proprii, atît pentru modul fundamental, cît şi pentru modul cel mai înalt de vibraţie. Dacă se urmăreşte însă determinarea unui anumit mod intermediar este necesară efectuarea calculelor pentru toate modurile inferioare (sau superioare) acestuia. În afară de faptul că procedeul este laborios, apare şi riscul de cumulare a eventualelor erori în cazul în care se lucrează cu rigla de calcul. Aceste inconveniente dispar, însă, dacă se utilizează un calculator electronic.

Metoda a cărei prezentare constituie subiectul acestui articol elimină dezavantajele menţionate mai sus, permiţînd calcularea oricărei frecvenţe şi forme proprii de vibraţie, complet independent de determinările făcute anterior pentru alte moduri normale.

Ideea de bază a acestei metode a fost formulată cu un număr de ani în urmă de H. Holzer[*] şi aplicată iniţial la studiul vibraţiilor de torsiune ale sistemelor mecanice cu mase concentrate. Utilizarea ei a fost apoi extinsă la analiza oscilaţiilor neamortizate ale sistemelor elastice de diverse tipuri, iar ulterior a fost adaptată pentru a se putea lua în considerare şi efectul amortizării în anumite cazuri[*] .

Metoda Holzer se pretează foarte bine calculului matricial, oferind o interpretare foarte intuitivă a operaţiilor care se efectuează. Exprimată sub această formă, metoda este cunoscută sub denumirea de metoda matricii de transfer.

Această metodă poate fi utilizată avantajos la sistemele elastice de tip „lanţ", care se pot diviza în subsisteme ale căror matrici de transfer sînt cunoscute. În funcţie de modul în care sînt interconectate masele sistemului, se obţin matrici de diferite ordine, corespunzătoare ecuaţiei diferenţiale care guvernează mişcarea vibratorie a sistemului în cauză.

Problema este relativ uşor accesibilă pentru structurile clădirilor etajate, a căror mişcare oscilatorie prezintă un caracter suficient de apropiat de cel al sistemelor elastice, avînd deformaţii preponderente de lunecare. În acest caz, ecuaţia diferenţială a mişcării este de ordinul doi, iar calculul prin metoda matricii de transfer poate fi convenabil efectuat cu ajutorul riglei. Atunci însă cînd intervin şi deformaţii din încovoiere, problema nu mai poate fi, în general, rezolvată satisfăcător cu mijloacele obişnuite de calcul.

Articolul de faţă îşi propune să prezinte — într-o formă direct utilizabilă în proiectarea curentă — metoda matricii de transfer pentru determinarea frecvenţelor şi formelor proprii de vibraţie ale structurilor etajate. Se expun principiile metodei, modul de stabilire a relaţiilor de calcul, succesiunea operaţiilor şi se dau exemple de calcul. Formularea metodei este făcută, atît cu ajutorul calculului matricial, cît şi cu notaţiile utilizate în mod curent.

II. FORMULAREA METODEI HOLZER CU AJUTORUL CALCULULUI MATRICIAL (METODA MATRICII DE TRANSFER)

Stabilirea relaţiilor de bază pentru determinarea frecvenţelor şi formelor proprii de vibraţie ale structurilor etajate se poate efectua convenabil cu ajutorul unui sistem elastic reprezentat convenţional ca o succesiune de mase concentrate conectate în serie prin legături de tip resort. Una din extremităţile sistemului este liberă, iar cealaltă se află legată de o bază considerată fixă (fig. 1). Sistemul se află în mişcare oscilatorie liberă neamortizată.

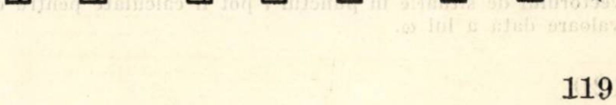
Izolînd masele m_i şi m_{i+1}, precum şi legătura elastică k_{i+1} şi introducînd forţele interioare N (fig. 2) se stabilesc relaţiile care urmează.

Masa concentrată m_i fiind considerată perfect rigidă, între deplasările — respectiv forţele interioare — imediat la stînga şi la dreapta acesteia se pot scrie următoarele ecuaţii :

$$x_i = x_i^{st} = x_i^{dr} \tag{1}$$

$$m_i \cdot \ddot{x}_i = N_i^{dr} - N_i^{st} \tag{2}$$

Fig. 1. Sistem elastic cu n grade de libertate, avînd o extremitate liberă şi una legată de o bază fixă



---

[*] Holzer H.: *Die Berechnung der Drehschwingungen*, Ed. Springer, Berlin, 1921.

[*] Den Hartog J. P. şi Li J. P.: *Forced torsional vibrations with damping. An extension of Holzer's method*, Journal of applied mechanics, vol. 13, 1946.

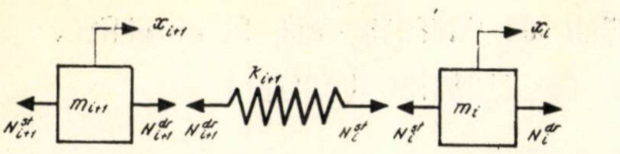


Fig. 2. Schema izolării maselor și a legăturilor elastice

În cazul oscilațiilor armonice ($x = a.\sin \omega t$), ecuația (2) poate fi pusă sub forma :

$$N^{dr}_i = N^{st}_i - \omega^2 \cdot m_i \cdot x^{st}_i \tag{3}$$

ω fiind frecvența circulară a mișcării oscilatorii libere.

Cu notațiile utilizate în calculul matricial, ecuațiile (1) și (3) se pot scrie :

$$\begin{Bmatrix} x \\ N \end{Bmatrix}^{dr}_i = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\omega^2 m_i & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x \\ N \end{Bmatrix}^{st}_i \tag{4}$$

sau, într-o formă concisă :

$$\{z\}^{dr}_i = [P]_i \{z\}^{st}_i. \tag{5}$$

Matricea $\{z\}$ — denumită vector de situație — definește situația sistemului în punctul precizat de indicii atașați vectorului, sub aspectul deplasărilor și al forțelor interioare corespunzătoare.

Matricea $[P]$ — denumită matrice punctuală de transfer — face legătura între cei doi vectori de situație adiacenți „punctului" precizat de indicele său.

Pentru legătura elastică k_{i+1}, considerată lipsită de masă, condiția de echilibru cere ca :

$$N^{st}_i = N^{dr}_{i+1} \tag{6}$$

în timp ce deplasările extremităților sînt legate între ele prin relația :

$$x^{st}_i = x^{dr}_{i+1} + \frac{1}{k_{i+1}} \cdot N^{dr}_{i+1}. \tag{7}$$

Exprimate sub formă matricială, ecuațiile (6) și (7) devin :

$$\begin{Bmatrix} x \\ N \end{Bmatrix}^{st}_i = \begin{bmatrix} 1 & 1/k_{i+1} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x \\ N \end{Bmatrix}^{dr}_{i+1} \tag{8}$$

sau, într-o formă concisă :

$$\{z\}^{st}_i = [F]_{i+1} \{z\}^{dr}_{i+1}. \tag{9}$$

Matricea $[F]$ — denumită matrice de transfer în cîmp — stabilește relația dintre cei doi vectori de situație de la capetele legăturii elastice precizate de indicele care îi este atașat.

Combinarea ecuațiilor (4) și (8) permite legarea (transferul) variabilelor între punctele $i+1$ și i, sub forma :

$$\begin{Bmatrix} x \\ N \end{Bmatrix}^{dr}_i = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\omega^2 m_i & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1/k_{i+1} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x \\ N \end{Bmatrix}^{dr}_{i+1} =$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 1/k_{i+1} \\ -\omega^2 m_i & 1 - \omega^2 m_i/k_{i+1} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x \\ N \end{Bmatrix}^{dr}_{i+1} \tag{10}$$

sau, în general :

$$\{z\}^{dr}_i = [P]_i [F]_{i+1} \{z\}^{dr}_{i+1}. \tag{11}$$

Se observă că matricile de transfer $[P]_i$ și $[F]_{i+1}$ depind numai de caracteristicile sistemului în punctul i și cîmpul $i+1$, precum și de frecvența circulară ω a mișcării oscilatorii. Dacă vectorul de situație în punctul $i+1$ este cunoscut, elementele vectorului de situație în punctul i pot fi calculate pentru o valoare dată a lui ω.

Pornind de la extremitatea stîngă a sistemului din figura 1, pe baza celor expuse mai sus se poate stabili legătura succesivă a vectorilor de situație de-a lungul întregului sistem (fig. 3) :

$$\{z\}^{dr}_n = [P]_n \{z\}^{st}_n$$

$$\{z\}^{st}_{n-1} = [F]_n \{z\}^{dr}_n = [F]_n [P]_n \{z\}^{st}_n$$

$$\{z\}^{dr}_{n-1} = [P]_{n-1} \{z\}^{st}_{n-1} = [P]_{n-1} [F]_n [P]_n \{z\}^{st}_n$$

$$\vdots$$

$$\{z\}^{st}_i = [F]_{i+1} \{z\}^{dr}_{i+1} = [F]_{i+1} [P]_{i+1} [F]_{i+2} [P]_{i+} \cdots$$
$$\cdots\cdots [F]_n [P]_n \{z\}^{st}_n$$

$$\{z\}^{dr}_i = [P]_i \{z\}^{st}_i = [P]_i [F]_{i+1} [P]_{i+1} \cdot [F]_{1+2} [P]_{i+2} \cdots$$
$$\vdots \qquad \cdots\cdots [F]_n [P]_n \{z\}^{st}_n$$
$$\vdots$$

$$\{z\}^{st}_0 = [F]_1 \{z\}^{dr}_1 = [F]_1 [P]_1 [F]_2 [P]_2 \cdots\cdots$$

$$\cdots\cdots [F]_n [P]_n \{z\}^{st}_n. \tag{12}$$

În formă condensată, ecuația generală se poate scrie :

$$\{z\}^{st}_0 = [U] \{z\}^{st}_n. \tag{13}$$

Matricea $[U]$ poartă denumirea de matrice globală de transfer. Ea stabilește relația dintre vectorii de situație de la cele două extremități ale sistemului pentru care condițiile de contur sînt cunoscute.

Deoarece matricea $[U]$ este alcătuită prin multiplicarea în ordinea arătată a tuturor matricilor intermediare de transfer, ea va avea același ordin ca și matricile $[P]$ și $[F]$. Acest ordin este determinat, la rîndul său, de ecuația diferențială care guvernează mișcarea oscilatorie a sistemului.

Utilizarea metodei matricii de transfer pentru obținerea frecvențelor proprii ale unui sistem se bazează pe determinarea prin încercări a acelor valori ω care duc la satisfacerea condițiilor de contur ale problemei. În acest scop se aplică ecuația (13), care poate fi pusă sub următoarea formă simbolică :

$$\begin{Bmatrix} x \\ N \end{Bmatrix}^{st}_0 = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} \\ u_{21} & u_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x \\ N \end{Bmatrix}^{st}_n. \tag{14}$$

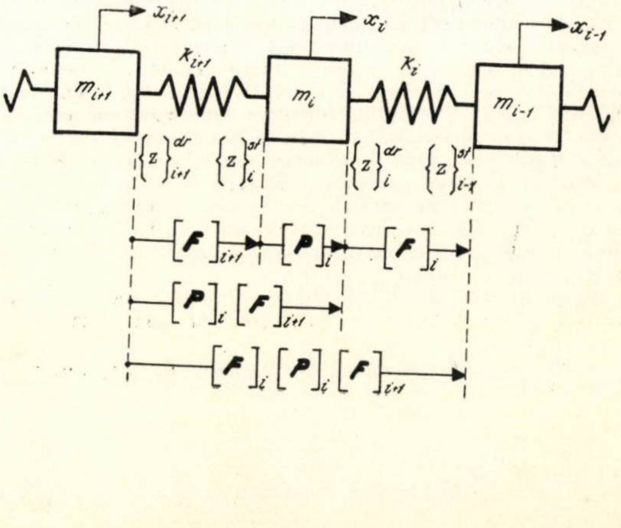
Elementele u au valori numerice, calculate în funcție de masele m și de constantele elastice (rigiditățile) k ale sistemului, precum și în funcție de valoarea aleasă pentru ω.

În cazul sistemului din figura 1, condițiile de contur sînt :

$$N^{st}_n = 0 \text{ (extremitate liberă)}$$

$$X^{st}_0 = 0 \text{ (extremitate legată de o bază fixă)} \tag{15}$$

Fig. 3. Schema operațiilor cu ajutorul matricilor de transfer



iar ecuaţia (14) devine:

$$\begin{Bmatrix}0\\ N\end{Bmatrix}_0^{st} = \begin{bmatrix}u_{11} & u_{12}\\ u_{21} & u_{22}\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}x\\ 0\end{Bmatrix}_n^{st}. \qquad (16)$$

Prin efectuarea operaţiilor indicate de ecuaţia (16) se constată că:

$$u_{11}\cdot x_n^{st} = 0 \qquad (17)$$

de unde, eliminînd soluţia banală $x_n^{st} = 0$, se ajunge la condiţia:

$$u_{11} = 0. \qquad (18)$$

În general, pentru o valoare oarecare aleasă pentru ω, ecuaţia de mai sus nu este satisfăcută. Calculul trebuie deci repetat cu alte valori ale lui ω, pînă la satisfacerea condiţiei. Acele valori ω care satisfac condiţia (18) reprezintă frecvenţele proprii ale sistemului considerat.

Multiplicările matricilor cerute de ecuaţiile (12) se pot efectua cu ajutorul schemei din figura 4.

Succesiunea operaţiilor este următoarea:

a) Alegînd o valoare ω^2, se calculează matricile individuale — punctuale şi de cîmp (coloana I din fig. 4) — în modul indicat de ecuaţiile (4) şi (8).

b) Se calculează matricile intermediare de transfer (coloana II din fig. 4), prin efectuarea multiplicărilor în ordinea arătată în schemă.

c) Valoarea numerică obţinută pentru termenul de condiţie (u_{11} în cazul condiţiilor de contur ale sistemului din fig. 1) din matricea globală de transfer $[U]$ reprezintă un reziduu provocat de incorecta alegere a lui ω^2.

Operaţiile de la punctele *a* şi *b* se repetă cu noi valori ω^2. Pentru fiecare anulare a termenului de condiţie se obţine cîte o valoare corectă a frecvenţei proprii.

d) Se calculează vectorul de situaţie în fiecare punct al sistemului (coloana III din fig. 4) prin postmultiplicarea matricii intermediare de transfer de la stînga punctului considerat, cu vectorul de situaţie de la extremitatea stîngă a sistemului. În mod arbitrar, se consideră $x_n^{st} = 1$.

Deoarece condiţiile de contur ale sistemului analizat cer ca $N_n^{st} = 0$, se observă că pentru calculul vectorilor de situaţie toate elementele coloanei a doua a matricilor intermediare de transfer se multiplică cu zero. Ca urmare, aceste elemente nu mai intervin în calcul şi deci nu mai este necesar să fie determinate.

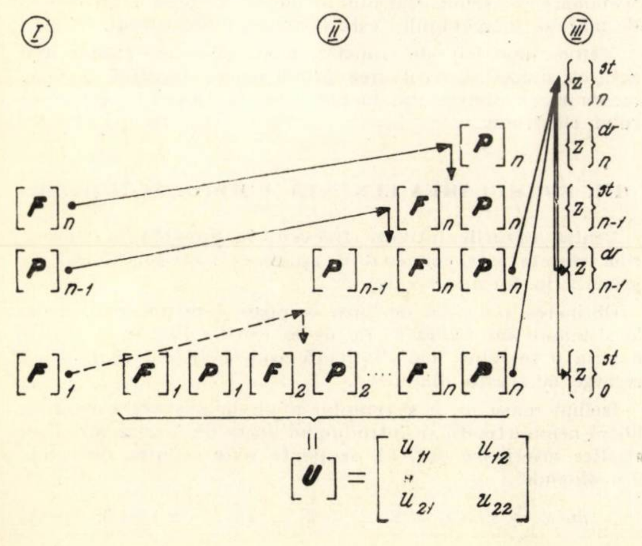


Fig. 4. Schemă de calcul în metoda matricii de transfer

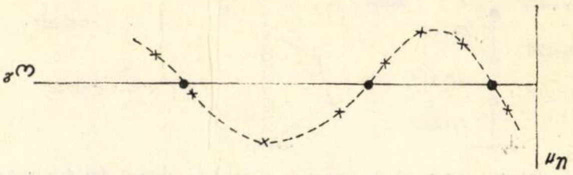


Fig. 5. Reprezentarea grafică a curbei $u_{11} = f(\omega^2)$

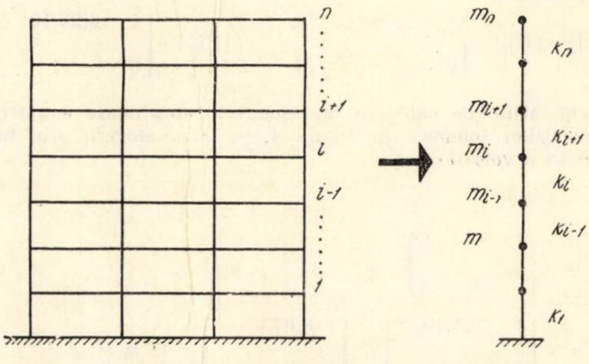


Fig. 6. Sistem elastic reprezentînd structura unei clădiri etajate

Alegerea prin încercări a unei valori ω^2 care să satisfacă condiţia (18) poate fi uşurată prin construirea unui grafic al reziduurilor $u_{11} \neq 0$ obţinute (fig. 5). Prin interpolare, este posibilă anticiparea soluţiilor corecte.

Calculînd valorile deplasărilor relative în fiecare punct (termenii x ai vectorilor de situaţie din coloana III din fig. 4), ordinul modului de vibraţie respectiv se stabileşte după numărul schimbărilor de semn ale acestor valori. Dacă deplasările schimbă de semn de $r-1$ ori (adică dacă forma de vibraţie are $r-1$ puncte de amplitudine nulă, exclusiv cel de la baza sistemului), atunci modul normal de vibraţie respectiv este de ordinul r.

Stabilirea relaţiilor de calcul a fost făcută pornind de la un sistem elastic de tipul celui din figura 1, cu intenţia de a oferi o imagine mai intuitivă a operaţiilor care intervin. Alegerea acestui sistem se justifică prin similaritatea ecuaţiilor mişcării sale oscilatorii cu cele ce caracterizează oscilaţiile sistemelor structurale ale clădirilor etajate, sisteme la care deformaţiile de lunecare sînt preponderente.

În general, în calculul dinamic al structurilor etajate, masele se consideră concentrate la nivelul fiecărui planşeu, fiind conectate între ele prin legături elastice a căror caracteristică este exprimată de mărimea rigidităţii relative de nivel (fig. 6).

Izolînd masele şi legăturile elastice ale sistemului structural aflat în mişcare oscilatorie liberă neamortizată, introducînd forţele interioare de lunecare şi forţele de inerţie şi urmînd succesiunea operaţiilor de calcul matricial expusă mai înainte, se ajunge în final la expresii întru totul analoge celor obţinute pentru sistemul din figura 1.

Pentru ilustrarea metodei matricii de transfer se prezintă în cele ce urmează un exemplu de calcul constînd în determinarea celei de-a doua frecvenţe şi forme proprii de vibraţie ale unui sistem structural cu 3 niveluri (fig. 7).

Masele sînt exprimate în tf. sec²/cm, iar rigidităţile în tf/cm.

Se calculează matricile punctuale de transfer:

$$[P]_i = \begin{bmatrix}1 & 0\\ -\omega^2 m_i & 1\end{bmatrix}$$

obţinîndu-se:

$$[P_1] = [P]_2 = \begin{bmatrix}1 & 0\\ -0{,}16\,\omega^2 & 1\end{bmatrix}; \qquad [P]_3 = \begin{bmatrix}1 & 1\\ -0{,}20\,\omega^2 & 0\end{bmatrix}$$

Se calculează matricile de transfer în cîmp:

$$[F]_i = \begin{bmatrix}1 & 1/k_i\\ 0 & 1\end{bmatrix}$$

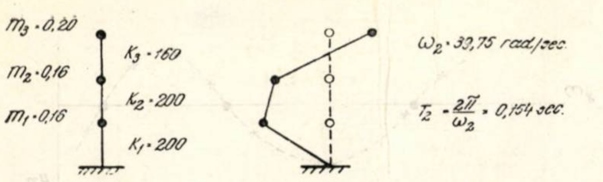


Fig. 7. Sistemul structural și forma de vibrație de ordinul doi determinată în exemplul de calcul

obținîndu-se :

$$[F]_1 = [F]_2 = \begin{bmatrix} 1 & 5{,}00.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad [F]_3 = \begin{bmatrix} 1 & 6{,}25.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Operațiile de calcul se desfășoară în continuare conform indicațiilor schemei din figura 4, pe baza alegerii prin încercări a valorii ω^2.

$\omega^2 = 1500$

$$[P]_3 = \begin{bmatrix} 1{,}000 & 0 \\ -300 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[F]_3 = \begin{bmatrix} 1 & 6{,}25.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} -0{,}875 & - \\ -300 & - \end{bmatrix} = [F]_3\,[P]_3$$

$$[P]_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -240 & 1 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} -0{,}875 & - \\ -0{,}90 & - \end{bmatrix} = [P]_2\,[F]_3\,[P]_3$$

$$[F]_2 = \begin{bmatrix} 1 & 5{,}00.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} -0{,}425 & - \\ -0{,}90 & - \end{bmatrix} = [F]_2\,[P]_2\,[F]_3\,[P]_3$$

$$[P]_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -240 & 1 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} -0{,}425 & - \\ +12 & - \end{bmatrix} =$$

$$= [P]_1\,[F]_2\,[P]_2\,[F]_3\,[P]_3$$

$$[F]_1 = \begin{bmatrix} 1 & 5{,}00.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} -0{,}365 & - \\ +12 & - \end{bmatrix} = [F]_1[P]_1[F]_2[P]_2]F_3][P]_3$$

$$\begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} \\ u_{21} & u_{22} \end{bmatrix} = [U]$$

Obținîndu-se un rezidu $u_{11} = -0{,}365 < 0$, calculul se reface luînd o valoare mai mare pentru ω^2.

$\omega^2 = 1600$

$$[P]_3 = \begin{bmatrix} 1{,}000 & 0 \\ -320 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[F]_3 = \begin{bmatrix} 1 & 6{,}25.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} -1{,}000 & - \\ -320 & - \end{bmatrix}$$

$$[P]_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -256 & 1 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} -1{,}000 & - \\ -64 & - \end{bmatrix}$$

$$[F]_2 = \begin{bmatrix} 1 & 5{,}00.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} -1{,}320 & - \\ -64 & - \end{bmatrix}$$

$$[P]_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -256 & 1 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} -1{,}320 & - \\ +274 & - \end{bmatrix}$$

$$[F]_1 = \begin{bmatrix} 1 & 5{,}00.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} +0{,}050 & - \\ +274 & - \end{bmatrix}$$

Obținîndu-se de rîndul acesta un rezidu $u_{11} = +0{,}050 > 0$, calculul se reface luînd o valoare ceva mai mică pentru ω^2. Prin interpolare între cele două valori încercate, se alege pentru încercarea următoare

$\omega^2 = 1580$

$$\begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix} = \{z\}_3^{st\ (\mathrm{sup})}$$

$$[P]_3 = \begin{bmatrix} 1{,}000 & 0 \\ -316 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1{,}000 \\ -316 \end{Bmatrix} = \{z\}_3^{dr\ (\mathrm{inf})}$$

$$[F]_3 = \begin{bmatrix} 1 & 6{,}25.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0{,}975 & - \\ -316 & - \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} -0{,}975 \\ -316 \end{Bmatrix} = \{z\}_2^{st\ (\mathrm{sup})}$$

$$[P]_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -253 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -0{,}975 & - \\ -69 & - \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} -0{,}975 \\ -69 \end{Bmatrix} = \{z\}_2^{dr\ (\mathrm{inf})}$$

$$[F]_2 = \begin{bmatrix} 1 & 5{,}00.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1{,}320 & - \\ -69 & - \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} -1{,}320 \\ -69 \end{Bmatrix} = \{z\}_1^{st\ (\mathrm{sup})}$$

$$[P]_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -253 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1{,}320 & - \\ +265 & - \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} -1{,}320 \\ +265 \end{Bmatrix} = \{z\}_1^{dr\ (\mathrm{inf})}$$

$$[F]_1 = \begin{bmatrix} 1 & 5{,}00.10^{-3} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} +0{,}005 & - \\ +265 & - \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} +0{,}005 \\ +265 \end{Bmatrix} = \{z\}_0^{st\ (\mathrm{sup})}$$

Deoarece reziduul $u_{11} = +0{,}005 \approx 0$, se poate considera că valoarea $\omega = \sqrt{1580} = 39{,}75$ rad/sec corespunde suficient de exact cu una din frecvențele proprii ale sistemului. Calculînd apoi elementele vectorului de situație $\{z\}$ în fiecare punct, se obțin amplitudinile deplasărilor care definesc forma proprie de vibrație :

$$\{1{,}000 - 0{,}975 - 1{,}320\}.$$

Existînd o singură schimbare de semn (un singur punct ,,nodal''), avem de-a face cu forma de vibrație de ordinul doi, a cărei reprezentare grafică este dată în figura 7.

Metoda matricii de transfer permite soluționarea unei game largi de probleme ale sistemelor elastice supuse acțiunilor dinamice. Ea poate fi utilizată în mod eficace la calculul cu rigla al structurilor etajate, dacă numărul nivelurilor nu este foarte mare și dacă se urmărește determinarea numai a primelor 2—3 moduri normale de vibrație.

Metoda se pretează foarte bine utilizării calculatorului electronic cifric. Programarea este astfel concepută, încît pentru creșteri regulate ale lui ω^2 se determină valorile corespunzătoare ale reziduului. De fiecare dată cînd se produce o schimbare de semn, procesul este inversat și continuat pentru creșteri mai mici ale lui ω^2, pînă ce se produce o nouă schimbare de semn. Calculul se continuă pînă cînd ordinul de mărime al reziduului este considerat acceptabil.

Metoda matricii de transfer poate fi de asemenea aplicată cu succes la rezolvarea problemelor vibrației sistemelor cu masă distribuită, făcînd apel la serviciile calculatorului electronic.

III. FORMULAREA CURENTĂ A METODEI HOLZER

Pentru cazurile întîlnite frecvent în proiectarea structurilor etajate este convenabilă aplicarea metodei Holzer exprimată în forma ei curentă.

Obținerea relațiilor de bază se poate face pornind, fie de la sistemul din figura 1, fie de la cel din figura 6. Pentru a avea o imagine mai completă asupra procedeului, se va recurge la acesta din urmă.

Izolînd masa m_i a sistemului aflat în mișcare oscilatorie liberă neamortizată și introducînd forța de inerție și forțele elastice interioare (fig. 8), se poate scrie ecuația de echilibru dinamic :

$$m_i\,\ddot{x}_i + k_i\,(x_i - x_{i-1}) - k_{i+1}(x_{i+1} - x_i) = 0. \qquad (19)$$

Exprimînd oscilaţia armonică a sistemului într-unul din modurile sale normale de vibraţie, prin:

$$x_i = a_i \sin \omega t \tag{20}$$

ecuaţia (19) capătă forma:

$$-\omega^2 m_i a_i + k_i (a_i - a_{i-1}) - k_{i+1} (a_{i+1} - a_i) = 0. \tag{21}$$

Scriind ecuaţiile corespunzătore maselor situate deasupra nivelului i şi adunîndu-le, în final se obţine:

$$a_i = a_{i+1} - \frac{1}{k_{i+1}} \omega^2 \sum_{j=i+1}^{n} m_j a_j .$$

Ecuaţia (22) exprimă legătura care există între amplitudinea deplasării unui nivel şi cea de la nivelurile de deasupra sa (în cazul sistemelor de tipul celui din fig. 8), în funcţie de caracteristicile sistemului (mase şi rigidităţi) şi de frecvenţa circulară a mişcării oscilatorii.

Metoda Holzer, utilizată la obţinerea frecvenţelor proprii ale unui sistem, se bazează pe aplicarea succesivă a ecuaţiei (22) pentru fiecare punct al sistemului — de la o extremitate la cealaltă — după alegerea prealabilă a valorii lui ω. Se ia în mod arbitrar $a_n = 1$, deoarece interesează aici numai valorile relative ale amplitudinilor.

Dacă sînt satisfăcute condiţiile de contur ale problemei — ceea ce în cazul din figura 8 înseamnă $a_0 = 0$ — valoarea aleasă pentru ω reprezintă chiar una din frecvenţele proprii ale sistemului. În general, pentru o valoare oarecare a lui ω condiţia de mai sus nu este îndeplinită, astfel încît calculele trebuie repetate cu noi valori.

În mod similar celui reprezentat în figura 5 se poate construi un grafic al reziduurilor $a_0 \neq 0$ obţinute pentru diferite valori ω^2 încercate, ceea ce permite anticiparea soluţiilor corecte prin interpolare.

Formele proprii de vibraţie sînt definite de mărimile amplitudinilor relative a_i, care se obţin pe parcursul efectuării calculelor pentru acele valori ω care fac ca reziduul să fie nul.

Calculele cerute de aplicarea ecuaţiei (22) se pot efectua cu suficientă uşurinţă sub formă întabulată, conform schemei din figura 9.

Coloanele (2) şi (7) se completează de la început, ele cuprinzînd valorile caracteristicilor sistemului. O dată aleasă valoarea ω^2, se completează imediat coloana (3).

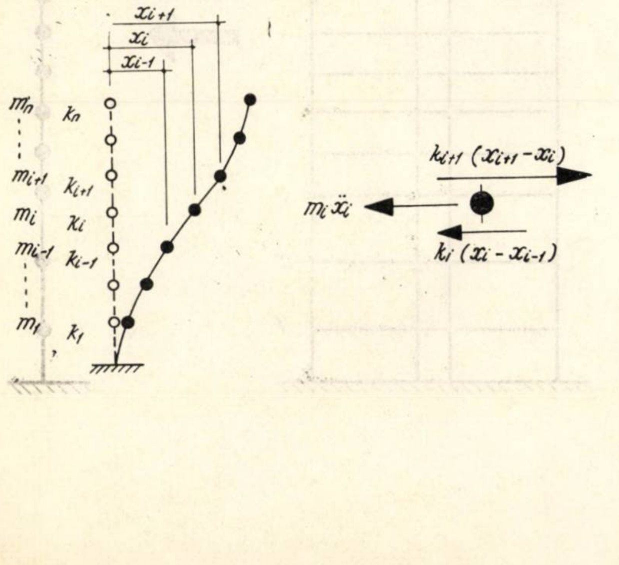
Luînd în mod arbitrar $a_n = 1$ în coloana (4), calculul se desfăşoară pe orizontală succesiv la fiecare nivel, efectuînd operaţiile indicate în capul coloanelor (5)—(8).

Mărimea amplitudinii a_i din coloana (4) se determină conform ecuaţiei (22) prin scăderea valorii coloanei (8) la nivelul $i-1$ din valoarea coloanei (4) la acelaşi nivel.

Valoarea coloanei (6) la un nivel oarecare nu este altceva decît suma valorilor coloanei (5) de la toate nivelurile de deasupra celui considerat.

Reziduul a_0 se obţine prin scăderea valorii coloanei (8) la nivelul 1 din valoarea coloanei (4) la acelaşi nivel.

Fig. 8. Sistem elastic reprezentînd o structură etajată. Schema izolării maselor şi a rigidităţilor



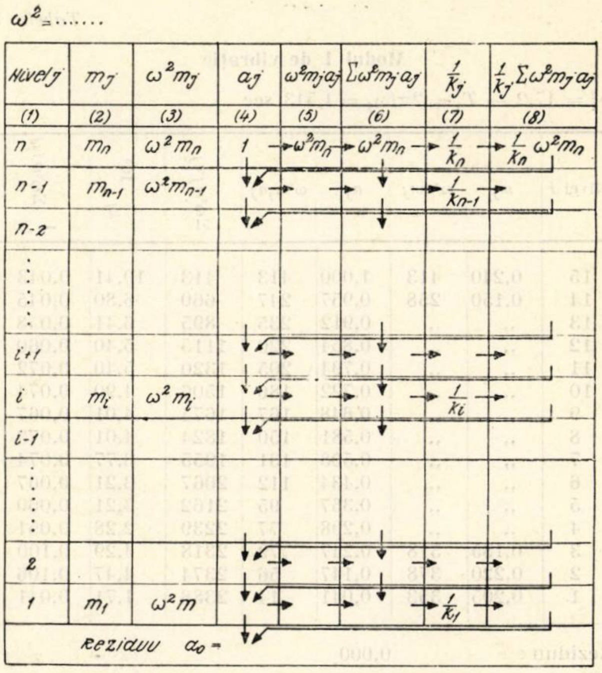


Fig 9. Schemă de calcul in metoda Holzer

Pentru începerea calculului, valoarea lui ω se poate alege pe baza unor formule empirice, îndeosebi în cazul modului fundamental de vibraţie. Aprecierea iniţială a frecvenţelor de ordin superior se poate face cu ajutorul unei relaţii aproximative de tipul:

$$\omega_r = 1{,}3 r . \omega_1$$

unde r este ordinul frecvenţei respective.

Ţinînd seama de faptul că forma de vibraţie de ordinul r are $r-1$ puncte nodale (de amplitudine nulă), exclusiv cel de la baza sistemului, în timpul efectuării calculului se poate constata dacă valoarea propusă ω este mai mică sau mai mare decît cea corespunzătoare modului de vibraţie avut în vedere în acel moment (fig. 10). Ca urmare, calculul poate fi oprit pe parcurs şi reluat pentru o valoare mai convenabilă a lui ω.

Pentru a ilustra aplicarea practică a metodei Holzer la determinarea frecvenţelor şi formelor proprii de vibraţie ale structurilor etajate, în cele ce urmează se prezintă un exemplu de calcul tratînd cazul unei structuri cu 15 niveluri (fig. 11).

Cunoscînd sarcina gravitaţională totală de calcul a fiecărui etaj, se calculează masa corespunzătoare care se consideră concentrată la nivelul planşeului peste etajul respectiv.

Determinarea rigidităţilor relative de nivel care intervin în calcul se efectuează cu unul din procedeele cunoscute în

Fig. 10. Trierea soluţiilor pentru un anumit mod normal de vibraţie

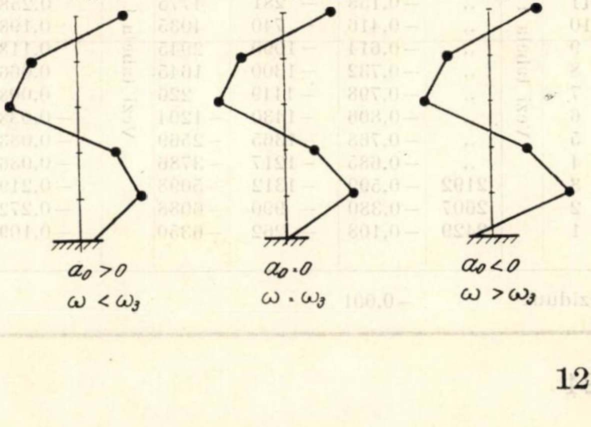


Tabela 1

Modul 1 de vibrație

$\omega_1^2 = 17{,}2 \rightarrow T_1 = 2\pi/\omega_1 = 1{,}513$ sec.

Nivel j	m_j	$\omega^2 m_j$	a_j	$\omega^2 m_j a_j$	$\Sigma\omega^2 m_j a_j$	$\frac{1}{k_j} \cdot 10^3$	$\frac{1}{k_j} \cdot \Sigma\omega^2 m_j a_j$
15	0,240	413	1,000	413	413	10,41	0,043
14	0,150	258	0,957	247	660	6,80	0,045
13	,,	,,	0,912	235	895	6,41	0,058
12	,,	,,	0,854	220	1115	5,40	0,060
11	,,	,,	0,794	205	1320	5,40	0,072
10	,,	,,	0,722	186	1506	4,90	0,074
9	,,	,,	0,648	167	1674	4,01	0,067
8	,,	,,	0,581	150	1824	4,01	0,073
7	,,	,,	0,508	131	1955	3,77	0,074
6	,,	,,	0,434	112	2067	3,21	0,067
5	,,	,,	0,367	95	2162	3,21	0,069
4	,,	,,	0,298	77	2239	2,28	0,051
3	0,185	318	0,247	79	2318	4,29	0,100
2	0,220	378	0,147	56	2374	4,47	0,106
1	0,205	353	0,041	14	2388	1,71	0,041

Reziduu : 0,000

Tabela 3

Modul 3 de vibrație

$\omega_3^2 = 316 \rightarrow T_3 = 0{,}354$ sec.

Nivel j	m_j	$\omega^2 m_j$	a_j	$\omega^2 m_j a_j$	$\Sigma\omega^2 m_j a_j$	$\frac{1}{k_j} \cdot 10^3$	$\frac{1}{k_j} \Sigma\omega^2 m_j a_j$
15	Vezi tabela 1	7584	1,000	7584	7584	Vezi tabela 1	0,790
14		4740	0,210	995	8579		0,583
13		,,	−0,373	−1768	6811		0,436
12		,,	−0,809	−3835	2976		0,161
11		,,	−0,970	−4600	−1624		−0,088
10		,,	−0,882	−4180	−5804		−0,284
9		,,	−0,598	−2836	−8640		−0,347
8		,,	−0,251	−1190	−9830		−0,394
7		,,	−0,143	678	−9152		−0,346
6		,,	0,489	2318	−6834		−0,219
5		,,	0,708	3356	−3478		−0,111
4		,,	0,819	3880	402		−0,009
3		5846	0,810	4730	5132		0,220
2		6952	0,590	4100	9232		0,413
1		6478	0,177	1146	10378		0,177

Reziduu : 0,000

literatura de specialitate, luînd în considerare rigiditatea elementelor structurii, gradul de încastrare a acestora la noduri, influența zidăriei de umplutură etc. Discutarea acestui aspect nu intră însă în domeniul articolului de față.

Calculele pentru primele trei moduri normale de vibrație ale structurii sînt efectuate în tabelele 1—3, conform schemei din figura 9. Masele sînt exprimate în tf. sec ^{2}/cm, iar rigiditățile în tf/cm. Valorile lui ω^2 corespund exact primelor trei frecvențe proprii. Rezultatele sînt prezentate și sub formă grafică în figura 12.

Metoda Holzer poate fi de asemenea aplicată la analiza problemelor vibrațiilor forțate neamortizate. În acest caz, funcția excitatoare este inclusă în ecuațiile mișcării și apare în relația de recurență — analogă ecuației (22) — care se obține. Frecvența mișcării oscilatorii a sistemului este egală cu cea a funcției excitatoare, astfel încît nu se mai pune problema determinării acesteia. Pe de altă parte, deoarece ecuațiile mișcării nu mai sînt toate omogene, amplitudinile deplasărilor vor avea valori bine determinate, astfel încît alegerea arbitrară $a_n = 1$ nu oferă, în general, o soluție compatibilă cu condițiile de contur. Avînd de-a face însă cu sisteme liniare, amplitudinile obținute pe baza ipotezei $a_n = 1$ pot fi ajustate prin simpla multiplicare cu un factor de corecție, astfel încît să fie satisfăcute condițiile problemei.

În legătură cu aceasta este de remarcat faptul că, pentru un sistem de tipul celui din figura 8, reziduul a_0 reprezintă

Tabela 2

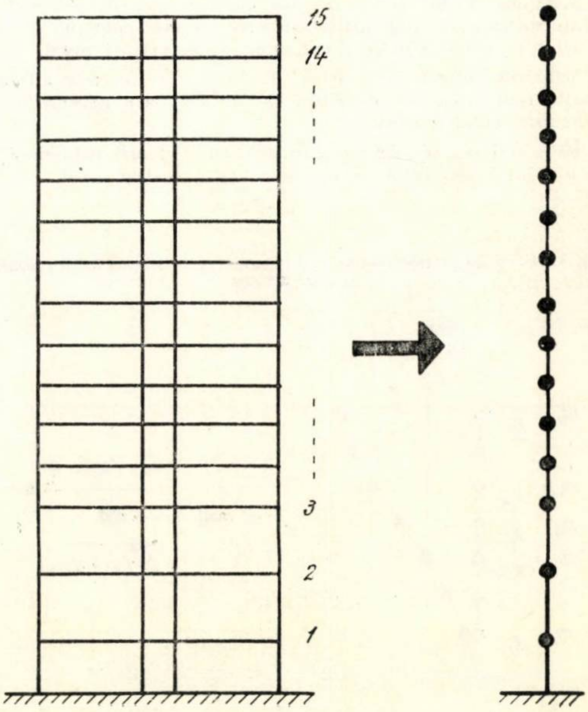
Modul 2 de vibrație

$\omega_2^2 = 118{,}5 \rightarrow T_2 = 0{,}577$ sec.

Nivel j	m_j	$\omega^2 m_j$	a_j	$\omega^2 m_j a_j$	$\Sigma\omega^2 m_j a_j$	$\frac{1}{k_j} . 10^3$	$\frac{1}{k_j} \Sigma\omega^2 m_j a_j$
15	Vezi tabela 1	2844	1,000	2844	2844	Vezi tabela 1	0,296
14		1777	0,704	1250	4094		0,278
13		,,	0,426	758	4852		0,311
12		,,	0,115	204	5056		0,272
11		,,	−0,158	− 281	4775		0,258
10		,,	−0,416	− 740	4035		0,198
9		,,	−0,614	−1090	2945		0,118
8		,,	−0,732	−1300	1645		0,066
7		,,	−0,798	−1419	226		0,008
6		,,	−0,806	−1430	−1204		−0,038
5		,,	−0,768	−1365	−2569		−0,083
4		,,	−0,685	−1217	−3786		−0,086
3		2192	−0,599	−1312	−5098		−0,219
2		2607	−0,380	− 990	−6088		−0,272
1		2429	−0,108	− 262	−6350		−0,109

Reziduu : −0,001

Fig. 11. Schema structurii din exemplul de calcul



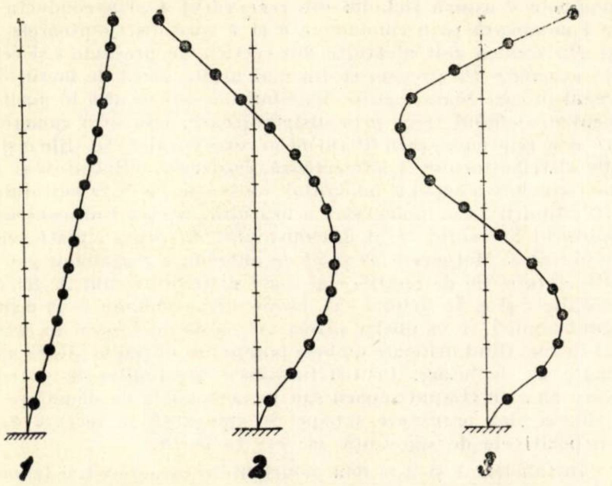


Fig. 12. Reprezentarea grafică a primelor trei forme proprii de vibrație din exemplul de calcul

amplitudinea mișcării bazei — cu frecvența cunoscută ω — necesară pentru a face sistemul să oscileze cu amplitudinile calculate pornind de la $a_n = 1$. Altfel spus, această soluție corespunde mișcării forțate neamortizate provocată de excitația armonică a bazei sistemului.

IV. CONCLUZII

Din cuprinsul articolului rezultă că utilizarea metodei Holzer — fie în forma sa curentă, fie în cea matricială — pentru determinarea frecvențelor și formelor proprii de vibrație ale structurilor etajate nu prezintă dificultăți de calcul deosebite, fiind deci foarte convenabilă pentru proiectarea curentă.

Operînd prin aproximații succesive ale valorii frecvenței ω, metoda permite obținerea unor rezultate exacte, dacă aproximația este împinsă suficient de departe (adică, dacă se ajunge la $a_0 = 0$).

Unul din avantajele remarcabile ale utilizării metodei Holzer constă în faptul că ea dă posibilitatea determinării oricărei frecvențe și forme proprii de vibrație, independent de calculele efectuate anterior pentru alte moduri normale. Datorită acestui fapt, cumularea eventualelor erori în calculul cu rigla este evitată.

Pe măsură ce se înaintează spre modurile superioare de vibrație, deși tehnica de calcul rămîne neschimbată, numărul încercărilor necesare pentru găsirea valorii exacte a unei anumite frecvențe crește sensibil, impunîndu-se totodată o precizie sporită în efectuarea operațiilor cu rigla de calcul. În marea majoritate a cazurilor întîlnite în practică este însă suficientă determinarea numai a primelor trei moduri normale, astfel încît problema poate fi rezolvată satisfăcător cu ajutorul riglei.

În cazurile în care numărul nivelurilor structurii este deosebit de mare sau în care — din anumite considerente — se cere determinarea parametrilor unor moduri superioare este indicat să se apeleze la serviciile unui calculator electronic cifric, pentru care există programe întocmite pe baza metodei Holzer.

Metoda matricii de transfer își găsește, de asemenea, aplicare în numeroase alte probleme legate de vibrațiile sistemelor elastice, oferind o imagine intuitivă asupra fenomenului respectiv, precum și posibilitatea unui calcul suficient de exact.

Bibliografie

[1] Beleș A., Ifrim M. : *Elemente de seismologie inginerească*, București, Editura tehnică, 1962.

[2] Cherry S. : *Lecture notes on the dynamics of structures* (nepublicat). Prelegeri ținute la Institutul internațional de seismologie și inginerie antiseismică din Tokio în 1966 — 1967.

[3] Ifrim M., Larionescu S., Dobrescu A., Bărbulescu I.: *O metodă simplificată de determinare a caracteristicilor dinamice ale structurilor etajate, cu ajutorul calculatorului electronic cifric.* Studii și cercetări de mecanică aplicată, București, Ed. Acad. R.S.R. tom. 26, nr. 5, 1967.

[4] Jacobsen L. S., Ayre R.S. : *Engineering vibrations*, New York, Ed. Mc Graw-Hill, 1958.

[5] Pestel E.C., Leckie F.A. : *Matrix methods in elasto-mechanics*, New York, Ed. Mc Graw-Hill, 1963.

Acționarea hidrostatică, tendință actuală în domeniul mașinilor pentru lucrări de terasamente

Conf. dr. ing. Șt. Mihăilescu

Un rol important în îmbunătățirea performanțelor tehnice ale diferitelor grupe de mașini îl are introducerea acționării hidrostatice a acestora. Comparativ cu alte sisteme de acționare a mașinilor, acționarea hidrostatică prezintă următoarele avantaje principale :

- simplitatea realizării de raporturi de transmisii mari ;
- transformarea mișcării de rotație în mișcare de translație și inversarea sensului de acționare ;
- independența așezării subansamblurilor și simplitatea construcției, în cazul împărțirii puterii pe mai multe mecanisme ;
- reglarea fără trepte a vitezelor în limite largi ;
- ușurința standardizării și unificării elementelor transmisiilor și deci posibilitatea măririi seriei de fabricație ;
- consum specific mic de metal ;
- simplitatea realizării reglării și acționării automate ;
- siguranța de acționare în limitele largi ale condițiilor exterioare.

În ultimii ani, datorită perfecționării acționărilor hidrostatice, acestea au fost extinse la numeroase grupe de mașini. În industria construcțiilor, ele sînt întîlnite frecvent la mașinile de săpat, de săpat și transportat, la cele de compactat și de forat, la mașinile de ridicat și încărcat-descărcat, la diferite utilaje destinate lucrărilor de drumuri, precum și în domeniul mașinilor din industria materialelor de construcții și a prefabricatelor etc.

În domeniul excavatoarelor cu o singură cupă, acționarea hidrostatică a fost extinsă la capacități de cupe de peste 0,5 m^3, ajungînd pînă la capacități de 1 m^3 sau chiar mai mult. Presiunea de lucru în sistemul hidraulic al noilor modele atinge curent 250 kgf/cm^2, la unele modele ajungînd la 400—450 kgf/cm^2 sau chiar mai mult. Utilizarea unor presiuni mari permite mărirea vitezelor de lucru și micșorarea greutății echipamentului de lucru. În tehnica mondială, producția excavatoarelor cu o singură cupă cu acționare hidrostatică a crescut mult. În unele țări, ca de exemplu în R. F. a Germaniei, se constată că jumătate din excavatoarele aflate în exploatare sînt acționate hidraulic. Excavatoarele de capacități mici au de regulă acționare hidraulică a echipamentului de lucru și deplasare mecanică ; la modelele mai mari s-a trecut la acționarea hidraulică și a mecanismelor de rotire și deplasare. Utilizarea unor motoare hidraulice individuale pentru

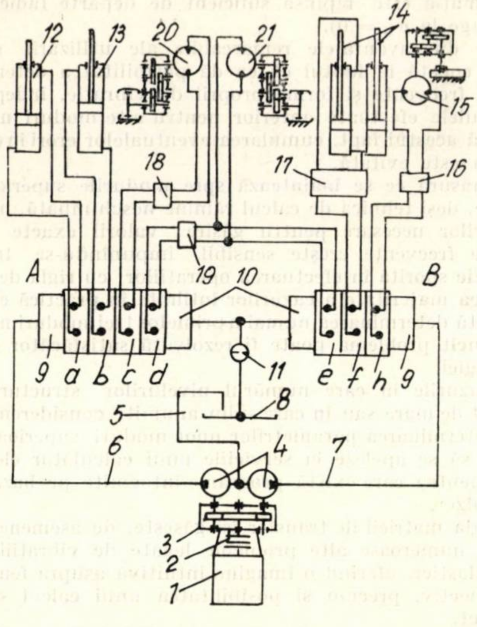


Fig. 1. Schema sistemului hidrostatic de acţionare a excavatorului E-2513

cele două şenile permite inversarea sensului de mişcare independent pentru fiecare şenilă, ceea ce măreşte manevrabilitatea excavatorului. Datorită dotării lor cu 20—30 de echipamente de lucru, care pot fi cu uşurinţă schimbate pe şantier, excavatoarele cu acţionare hidrostatică pot fi utilizate la cele mai diverse lucrări pe şantierele de construcţii.

În figura 1 este dată schema de acţionare a unui excavator cu o singură cupă la care, atît acţionarea echipamentului de lucru, cît şi rotirea platformei superioare şi deplasarea maşinii se fac cu un sistem hidrostatic. Din figura 1 se vede că motorul cu ardere internă *1* acţionează, prin intermediul cuplajului *2* al transmisiei *3*, pompele cu palete *4*. În timpul funcţionării, pompele *4* aspiră lichidul din rezervorul *8* prin conducta *5* şi-l pompează prin conductele *6* şi *7* spre distribuitoarele *A* şi *B*. Acestea sînt alcătuite din secţiile de presiune *9* şi cele de evacuare *10*, precum şi din mai multe secţii de lucru. În cazul în care toate secţiile distribuitoarelor se află în poziţie neutră, lichidul trece prin distribuitoare, iese prin camerele *10* şi se reîntoarce prin filtrul *11* în rezervorul *8*. Secţiile *a* şi *b* ale distribuitorului *A* alimentează, respectiv, cilindrii *12* şi *13* de basculare a cupei şi mînerului, iar secţia *f* a distribuitorului *B*, cilindrii *14* de manevrare a braţului. Secţia *4* alimentează motorul hidraulic *15* al mecanismului de rotire a platformei superioare. Motoarele *20* şi *21* de antrenare a şenilelor pot fi alimentate, fie de secţiile *c* şi *d* ale distribuitorului *A*, fie de secţiile *c* şi *e*. În primul caz, alimentarea făcîndu-se la o singură pompă, se va obţine prima viteză de deplasare. În cazul al doilea, fiind utilizate ambele pompe, se obţine o viteză mai mare de deplasare. Pentru limitarea presiunilor în sistem, care apar în timpul săpării sau în perioadele de demarare şi frînare, sînt prevăzute supape de siguranţă în secţiile *9* şi dispozitivele de siguranţă *16*, *17*, *18* şi *19*.

În tabelele 1 şi 2 se dau principalele caracteristici tehnice ale unor excavatoare cu o singură cupă, cu acţionare hidrostatică.

Acţionarea hidrostatică are o largă utilizare şi la excavatoarele cu mai multe cupe cu săpare longitudinală, destinate săpării şanţurilor de diferite dimensiuni. În majoritatea cazurilor, la acestea este prevăzută acţionarea hidrostatică, a mecanismelor care nu necesită o putere mare sau cer o reglare lină, ca de exemplu mecanismul de ridicare a echipamentului de lucru şi cel de deplasare în timpul lucrului. La unele modele este prevăzută acţionarea hidrostatică şi a mecanismului de antrenare a transportorului de descărcare laterală. La mecanismele care necesită putere mare sau la care nu se cere o reglare a vitezelor în limite largi, la excavatoarele cu mai multe cupe, nu este raţională acţionarea hidrostatică, deoarece aceasta are un randament mai scăzut decît al celei mecanice. La transmisiile hidrostatice ale acestor maşini, la care se utilizează pompe cu debit reglabil, gama de viteze necesare se obţine prin reglarea debitului pompei. În cazul folosirii pompelor cu debit constant, reglarea vitezelor de deplasare se face cu drosele în limite de 50 %. Pentru acoperirea tuturor vitezelor necesare excavatorului în timpul lucrului se utilizează şi o cutie de viteze. În unele cazuri, aceasta este înlocuită printr-o

Tabela 1

Caracteristicile tehnice ale unor excavatoare pe roţi cu pneuri, cu acţionare hidrostatică

Nr. crt.	Marca maşinii	Puterea motorului (cp)	Parametrii					Masa excavatorului (kg)
			Capacitatea cupelor (m³)			Sistemul hidraulic		
			lingură întoarsă	lingură dreaptă	graifăr	presiunea (kgf/cm ²)	debit (l/min)	
1	Demag HBI	66	0,65	0,9	0,6	250	—	13 300
2	Eder WH451	51	0,45	0,85	0,45	250	230	10 700
3	Fuchs 45	40	0,4	0,5	0,4	250	180	11 500
4	Hy-Mac 610	86,5	0,5	—	0,573	120	382	8 700
5	Liebherr							
	A—400	44	0,45	—	0,4	250	160	10 600
	A—500	50	0,5	0,8	0,5	190	264	13 300
	A—500 S	58	0,6	0,9	0,4	250	192	13 500
	A—750	75	0,75	1,2	0,6	250	240	16 865
6	Oleomat							
	H 8P	40	0,4	0,4	0,3	—	—	8 000
	H 11P	52	0,425	0,425	0,4	—	—	10 500
	H 15P	72	0,53	0,65	0,7	—	—	12 000
	H 22P	160	0,8	1,5	—	—	—	18 000
7	Poclain							
	Ty — 30	30	0,19	0,25	0,2	300	30	7 520
	Ty — 45	45	0,3	0,5	0,5	250	40	10 000
8	Yumbo							
	H 456C	45	0,4	0,5	0,4	110	224	—
9	Atlas							
	1 200	38,5	0,3	0,3	0,25	150	—	9 500
	1 500	48	0,4	0,6	0,3	230	—	10 500
	1 800	86,5	0,6	1,0	0,6	230	200	18 000
10	E—2514	40	0,25	0,25	—	130	2 × 160	8 900

Tabela 2

Caracteristicile tehnice ale unor excavatoare pe șenile cu acționare hidrostatică

Nr.	Marca mașinii	Puterea motorului (cp)	Parametrii					Masa excavatorului (kg)
			Capacitatea cupelor (m³)			Sistemul hidraulic		
			lingură întoarsă	lingură dreaptă	graifăr	presiune (kgf/cm²)	debit (l/min)	
1	Demag HB 1	66	0,5	0,8	0,8	250	218	—
2	Hy-Mac							
	580	86,5	0,5	—	0,573	119	381	8 900
	1 080	165	1,0	—	—	162	—	22 380
3	Liebherr							
	R—400	44	0,45	—	0,4	250	160	11 400
	R—500	50	0,50	0,8	0,5	190	264	12 500
	R—500 S	58	0,6	0,9	0,4	250	192	14 100
	R/RT—750	75	0,75	1,2	0,6	250	240	17 390
	R/RT—1000	130	1,0	1,5	—	270	360	20 160
4	Oleomat							
	H 8L	40	0,4	0,4	0,3	—	—	8 000
	H 11C	52	0,425	0,425	0,4	—	—	—
	H 15L	78	0,53	0,65	0,7	—	—	12 500
	H 22C	160	0,8	1,5	—	—	—	20 000
5	Poclain							
	FC 30	33	0,19	0,25	0,2	300	60	8 000
	TC 45	45	0,3	0,5	0,4	270	80	10 500
	TC—5	48	0,5	—	0,5	300	80	12 400
	GC—120	110	0,7	1,2	0,65	400	140	20 500
6	Yumbo							
	A 45 DP	45	0,4	0,5	0,6	110	224	8 200
	Y 70 DP	72	0,525	0,56	0,5	130	260	13 000
	Y 100 DP	100	0,65	0,9	0,6	125	356	16 800
7	E—2513	40	0,25	0,25	—	130	2 × 160	8 000
8	ICB—7	95	0,6	0,575	0,465	127	285	14 450
9	Hatra							
	R — 40	40	0,43	—	—	250	150	10 000
	R — 60	54	0,56	0,6	0,38	250	192	12 500
	R — 80	80	0,75	0,85	0,53	250	320	14 500

nstalație cu două pompe, din care una are un debit de două ori mai mare decît cealaltă. Prin includerea în circuit a pompei cu debit mic, a celei cu debit mare sau a ambelor pompe, se obțin trei viteze de deplasare. Între valorile acestor viteze cu ajutorul droselelor se obțin o serie de alte viteze intermediare.

În prezent, acționarea hidrostatică înlocuiește în măsură din ce în ce mai mare acționarea mecanică a buldozerelor și scarificatoarelor. Aceasta se datorește faptului că ea asigură forțe active de pătrundere a lamei sau a dinților în pămînt, ceea ce duce la micșorarea greutății echipamentului de lucru și dă posibilitatea de a se regla după necesitate adîncimea de săpare.

În figura 2 sînt date schemele sistemelor de acționare hidrostatică a unor noi tipuri de buldozere.

Tijele pistoanelor de ridicare a echipamentului de lucru pot fi prinse direct de echipamentul de lucru (cazul cel mai frecvent) sau prin intermediul unor pîrghii auxiliare. În cazul al doilea, la curse relativ mici ale pistonului, se obțin înălțimi mai mari de ridicare a echipamentului de lucru. Se remarcă de asemenea apariția unor buldozere dotate cu cinci cilindri hidraulici, care asigură, prin comandă din cabină, modificarea unghiului de săpare, ridicarea sau coborîrea lamei, înclinarea acesteia în plan vertical-transversal, precum și modificarea unghiului de atac.

În tabela 3 sînt date caracteristicile tehnice ale unor sisteme hidrostatice utilizate la buldozere.

În prezent se întîlnește foarte frecvent echipamentul de scarificator acționat hidraulic, montat la partea din spate a unui tractor. În același timp s-au perfecționat și sistemele de acționare hidrostatică a scarificatoarelor montate ca echipamente auxiliare pe autogredere. Acționarea separată a cadrului scarificatorului și a dinților se efectuează cu ajutorul a două perechi de cilindri, ceea ce permite să se modifice unghiul de săpare al dinților în timpul lucrului, în funcție de gradul de compactare și de categoria pămîntului în care se lucrează.

La autogrederele moderne se utilizează acționarea hidrostatică a echipamentului de lucru și a mecanismului de modificare a pozițiilor roților. Sistemul hidraulic de acționare a autogrederelor (fig. 3) cuprinde următoarele părți componente : pompa hidraulică *1*, rezervorul *2*, distribuitorul *3*, cilindrii hidraulici *4* și *5* de modificare a pozițiilor roților, cilindrii *6* de ridicare a echipamentului auxiliar, cilindrii *7* de ridicare sau înclinare a lamei, cilindrii hidraulici *8* sau motorul hidraulic *9* de rotire a lamei, cilindrul *10* de deplasare laterală a cadrului de tracțiune și cilindrul *11* de deplasare laterală a lamei.

În diferite țări se produc noi modele de autogredere cu acționare hidrostatică, caracterizate prin mobilitatea organului de lucru și posibilități mai bune de execuție a diferitelor lucrări. Astfel, autogrederul SHM-5, produs în R. D. Germană, cu lungimea lamei de 3 750 mm, are puterea motorului de 150 cp și forța de tracțiune maximă de 8 500 kgf. Noul autogreder MBU-G3, produs în R. F. a Germaniei, este

Fig. 2. Scheme de acționări hidrostatice ale buldozerelor: *a.* **cu un cilindru;** *b.* **cu doi cilindri**

1. pompă; *2.* rezervor; *3.* distribuitor; *4.* cilindri de de ridicare a echipamentului de lucru; *5.* filtru; *6.* supapă de siguranță; *7.* conducte

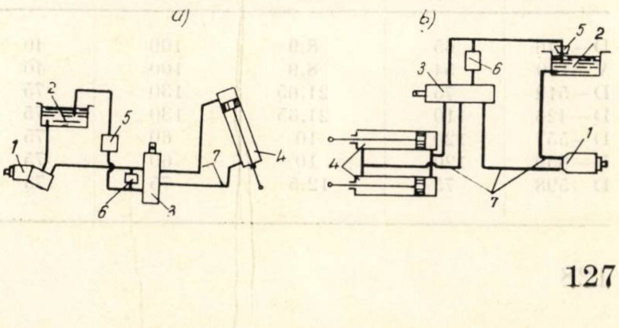


Tabela 3

Caracteristicile tehnice ale unor sisteme hidrostatice utilizate la buldozere

Caracteristici	Marca buldozerului					
	D−459	D−493	D−522	D−384A	Komatzu	Hanomag K−15
Puterea motorului de bază (cp)	55	108	140	300	150	165
Puterea sistemului hidrostatic (cp)	13	32,5	50	86,5	100,6	—
Numărul de pompe	1	2	3	1	1	—
Presiunea în sistem (kgf/cm^2)	100	100	100	95	120	—
Debitul pompelor (l/min)	60	2 × 75	3 × 75 în total	410	394	—
Numărul cilindrilor hidraulici	1	2	6	2	2	2
Capacitatea sistemului (l)	37	65	—	150	—	—

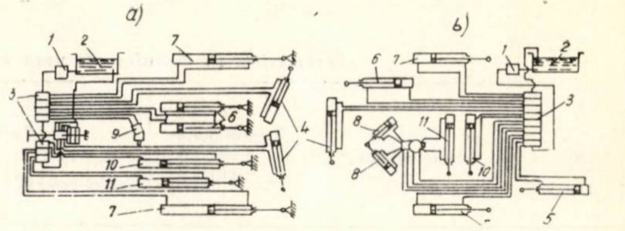


Fig. 3. Scheme de acţionări hidrostatice la autogredere
a. cu motor hidraulic de rotire a lamei; *b.* cu cilindri hidraulici de rotire a lamei

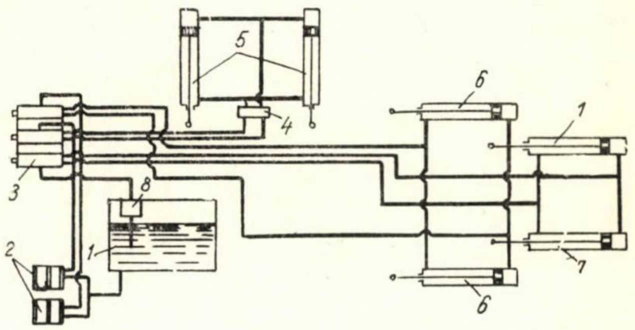


Fig. 4. Schema sistemului hidrostatic de acţionare a unui autoscreper de 9 m^3, D-357 G

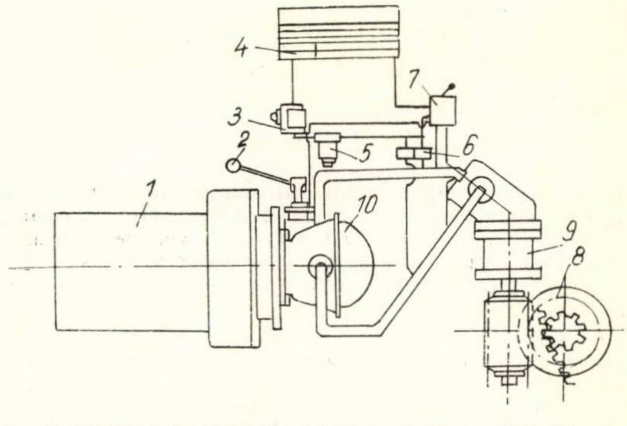


Fig. 5. Schema sistemului hidrostatic de acţionare a cilindrului compactor „Marshall“
1. motor cu ardere internă; *2.* manetă; *3.* pompă auxiliară; *4.* rezervor; 5. filtre; *6.* supape cu sens unic; *7.* supape de siguranţă *8*; diferenţial; *9.* motor hidraulic cu pistonul axial; *10.* pompă hidraulică

prevăzut cu echipamente suplimentare de freză rutieră, compactor vibrator, cupă şi distribuitor de materiale. Autogrederul F−115, cu lungimea lamei de 3 660 mm şi înălţimea de 580 mm, are posibilitatea de rotire completă a lamei şi de modificare a unghiului de săpare între 37 şi 77°. În S.U.A., noile modele 90, 10 D şi 11 D, cu puterea motorului între 100 şi 160 cp, au posibilitatea de rotire a lamei la 90° spre dreapta sau spre stînga, fără ieşirea operatorului din cabină. Autogrederul Caterpillar 16 este prevăzut cu sistem automat al comenzilor lamei. Pentru aceasta, la capetele acesteia sînt prevăzute mărci pneumatice. Dispozitivul de urmărire permite executarea unor lucrări de nivelare la viteze relativ mari. În Suedia s-a brevetat o lamă telescopică de autogreder compusă din două sau mai multe părţi. Lungimea totală necesară a lamei se obţine prin deplasarea telescopică a elementelor componente. În U. R. S. S. se execută în prezent şapte tipodimensiuni de autogredere cu acţionare hidrostatică. Principalele caracteristici ale sistemelor hidrostatice ale acestora sînt date în tabela 4.

La screpere, acţionarea hidrostatică este utilizată atît la cele de capacitate mică, cît şi la cele cu capacitatea cupei de 30−40 m^3. Cu ajutorul unor cilindri hidraulici se poate efectua ridicarea sau coborîrea cupei, ridicarea oblonului sau descărcarea pămîntului din cupă. A fost introdusă acţionarea hidrostatică şi la elevatoarele auxiliare de încărcare cu care sînt dotate numeroase modele noi de screpere. La screperele propulsate cu tractoare cu o singură osie, schimbarea direcţiei de deplasare se face cu doi cilindri hidraulici. În figura 4 se dă schema sistemului hidrostatic de acţionare a unui autoscreper. Din figură se observă că alimentarea sistemului se face din rezervorul *1* cu ajutorul pompelor *2*. Distribuitoarele *3* asigură dirijarea lichidului de lucru după necesitate spre cilindrii *5* de ridicare a cupei, spre cilindrii *6* de ridicare a oblonului sau către cilindrii *7* de deplasare a peretelui din spate al cupei. Supapa de siguranţă *4* are rolul de a împiedica ieşirea uleiului din cilindrii de ridicare a cupei în timpul transportului, ceea ce duce la micşorarea solicitărilor dinamice. În poziţia neutră a distribuitorului, lichidul revine în rezervorul *1* prin filtrul *8*.

La sistemele hidostatice de acţionare a screperelor de capacităţi mari se utilizează în unele cazuri distribuitoare cu comanda electrohidraulică de la distanţă. Unele din noile modele de screpere executate în S. U. A., ca de exemplu H−87 şi H−97, au osia roţilor din spate prinsă articulat de cupă şi sprijinită pe un cilindru hidropneumatic inclus în sistemul general de comandă a organului de lucru. Aceasta, după afirmaţiile firmei, asigură coborîrea şi ridicarea cu mai

Tabela 4

Principalele caracteristici tehnice ale sistemelor hidrostatice de acţionare a autogrederelor produse în U.R.S.S.

Marca autogrederului	Parametrii			
	Puterea motorului (cp)	Puterea sistemului hidrostatic (cp)	Presiunea în sistem (kgf/cm^2)	Debitul (l/min)
D−446	65	8,9	100	40
V−100	54	8,9	100	40
D−512	75	21,65	130	75
D−426	110	21,65	130	75
D−557	120	10	60	75
D−559	120	10	60	75
D−598	75	12,5	75	75

Tabela 5

Caracteristici tehnice ale sistemelor hidrostatice de acționare a unor autoscrepere

Marca mașinii	Parametrii				
	Puterea motorului (cp)	Puterea pompelor (cp)	Presiunea în sistem (kgf/cm^2)	Debitul (l/min)	Capacitatea cupei (m^3)
Caterpillar 621—S.U.A.	300	—	141	300	10,7 — 15,3
T—180—S.10 R. S. Cehoslovacă	2×180	—	120	100	12,0
Caterpillar J 621	300	—	141—176	129—255	16,5
D—357 G U.R.S.S.	165—180	22,6—33,9	80	128	9
D—523	140	32,0	100	180	10
D—567	220	43,3	100	196	12
D—551	300	86,5	95	410	15

mare precizie a cupei în timpul încărcării sau descărcării pămîntului și duce la micșorarea șocurilor în timpul deplasării cu viteze mari.

În tabela 5 sînt date caracteristicile unor autoscrepere cu acționare hidrostatică utilizate în diverse țări.

In domeniul mașinilor de compactat, acționarea hidrostatică este utilizată în prezent, atît la cilindrii compactori cu valțuri netede, picior de oaie sau cu roți cu pneuri, cît și la cilindrii compactori vibratori. Cu ajutorul sistemului hidrostatic de acționare se schimbă direcția de deplasare a cilindrilor compactori autopropulsați și se asigură deplasarea mașinii în timpul lucrului cu viteze reglabile fără trepte. În figurile 5 și 6 sînt date schemele sistemelor hidrostatice de acționare a două modele de cilindri compactori statici.

În ultimul timp, în tehnica mondială s-a extins mult acționarea hidrostatică a cilindrilor compactori vibratori. Astfel, modelul RW—20 are viteze de deplasare, reglabile fără trepte, ntre 0—50 m/min. La o frecvență de 60 Hz, vibratorul, acționat independent, realizează o forță perturbatoare de 12 000 kgf. Cu ajutorul unui amplificator hidraulic al mecanismului de direcție, acționînd ambii cilindri, se face trecerea compactorului pe banda paralelă de compactare, depărtată de prima cu 3 m. Modelul RW—10 are viteze de deplasare reglabile între 0—30 m/min la compactare și 0—60 m/min la transport. Sistemul hidraulic de direcție permite rotirea mașinii la 180° pe o porțiune de 4—5 m. Modelul TWR 6 de 6,3 t, este acționat de la un motor cu autoaprindere de 37,5 cp prin intermediul unei cutii de viteze hidrostatice. Interiorul părții tubulare din spate a cadrului mașinii este destina ca rezervor pentru uleiul sistemului hidraulic, iar interioru părții din față pentru păstrarea combustibilului și a apei Rotirea se face cu cilindri hidraulici la o rază minimă de întoarcere de 2,85 m.

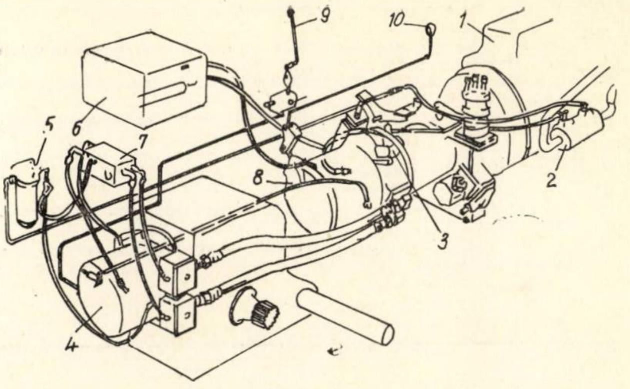


Fig. 6. Schema sistemului hidrostatic de acționare a cilindrului compactor „Aveling Barford"

1. motor cu ardere internă; *2.* dispozitiv de răcire; *3.* pompă de alimentare; *4.* motor hidraulic nereglabil; *5.* filtru; *6.* rezervor; *7.* supape de siguranță; *8.* pompă cu debit reglabil; *9.* manetă de comandă; *10.* manometru de control

In tabela 6 se dau caracteristicile tehnice ale unor cilindri compactori cu acționare hidrostatică.

În ultimul timp au apărut mașini de terasamente prevăzute cu sisteme hidrostatice cu reglare automată. Acestea vor fi însă prezentate într-un articol separat, care va apărea într-un număr viitor.

Tabela 6

Caracteristicile tehnice ale unor cilindri compactori cu acționare hidrostatică

Nr.	Marca mașinii	Tipul compactorului	Parametrii				
			Puterea motorului (cp)	Viteza max. de deplasare (km/h)	Greutatea (t)		Lățimea de compactare (mm)
					nelestat	lestat	
1	Marshall Anglia	Static, cu 3 valțuri și 2 osii	46—55	8,0		9 și 16	1 880
2	Aveling Barford Anglia	Idem	44	9,5	7,0	12,0	1 880
3	Fest TH—7—9 R.F. a Germaniei	Static, cu 2 valțuri motoare și de direcție	30	7,5	7,56	9,6	1 200—2 000
4	Galio S.U.A.	Static, cu 2 valțuri și 2 osii	76—87	9,6	5,01	7,55	1 270
			76—87	9,6	6,98	9,33	1 270
			87—96	9,6	7,42	10,96	1 371
			87—96	9,6	9,34	12,66	1 371
5	Marini Italia	Vibrator cu 2 valțuri și 2 osii					
	60 VS		32	6,5	6	—	1 280
	Tribo		19	9,0	2,2	3,0	950
	3 VO		22	5,0	3,0	3,6	1 000
	5 VO		36	6,1	5,0	6,1	1 200

Bibliografie

[1] Alexeeva T. V.: *Ghidroprivod i ghidrovtomatika zomleroino-transportnîh maşin.* Moscova, Izd. Maşinostroenie, 1966.
[2] Bongert H., Hellermann E.: *Hydraulikbagger-Entwiklungsstand und Entwiklungstendenzen.* Bau und Bauindustrie, nr. 14, 1966.
[3] Bongert H.: *Gräder und Scräper. Entwiklungstendenzen, konstruktion und Einsatz im Erdbau.* Bau und Bauindustrie, nr. 5.
[4] Braikovski Iu.A. ş.a.: *Ghidrovliceskie odnokovşevie ekscavatorî E – 2523 i E – 2524.* Stroitelnîe i doroinîe maşinî, nr. 6, 1966.
[5] * * * *Erdbaugeräte.* Der Tiefbau, nr. 11, 1966.
[6] * * * *Earthmoving trends to wach in your business*, Roads and Streets nr. 2, 1967.
[7] Glagow: *Tandem-Vibrationswalze von Henschel.* Baumaschine und Bautechnik, nr. 10, 1966.
[8] * * * *Hanomag K – 15*, Rheinstahl Hanomag, Hannover (prospect).
[9] * * * *Heavy-duty riper.* Construction, Equipment and Materials, nr. 7, 1967.
[10] * * * *L'Oléopel H 22 P. Pelle hydraulique automotrice sur pneus; 2 ponts moteurs; puissance 52 ch.* Travaux, nr. 380, 1966.
[11] * * * *Marshall's hydrostatic roller.* Construction News, nr. 4965, 1966.
[12] * * * *Neuer Caterpillar-Motorgräder.* Baumaschine und Bautechnik, nr. 12, 1966.
[13] * * * *Poclain-Hydraulik-Bagger.* Strassen und Tiefbau, nr. 12, 1966.
[14] * * * *,,Webco" introduces articulated ripper-scarifier.* Highways and Public Works, nr. 1966.
[15] Varganov S.A., Rojkin J. M.; *Ghidroobiomnîe transmisii zarubejnîh samohodnîh katkov.* Stroitelnîe dorojnîe maşinî, nr. 4, 1967.
[16] Zabolotki F. D.: *Tendenţii v razvitii avtogrederov.* Storoitelnîe i dorojnîe maşinî, nr. 11, 1966.

Traiectoriile maxime şi minime ale jeturilor de aer neizoterme

Ing. Şt. Vintilă

Institutul de construcţii Bucureşti. Facultatea de instalaţii pentru construcţii

I. INTRODUCERE

Studiul distribuţiei aerului în încăperi prezintă o importanţă deosebită pentru proiectarea instalaţiilor de ventilare şi condiţionare a aerului. Alegerea corespunzătoare a sistemului de ventilare potrivit specificului construcţiei respective, plasarea orificiilor de introducere şi evacuare a aerului în vedere obţinerii în zonele de lucru sau de şedere a oamenilor a vitezelor optime de confort termic, nu pot fi făcute fără studierea prealabilă a caracteristicilor jeturilor de aer refulate în încăperi.

Introducerea aerului în spaţiile de ventilat se poate face prin orificii de refulare de secţiune dreptunghiulară sau circulară prevăzute cu diferite dispozitive de protecţie (plase, grătare, jaluzele), prin fante sau prin anemostate de diferite construcţii şi dimensiuni.

La o anumită distanţă de orificiul de refulare de secţiune dreptunghiulară, jetul de aer poate deveni plan, mărindu-şi continuu secţiunea datorită difuziunii în aerul înconjurător. Atît jeturile plane, cît şi cele circulare pot fi izoterme sau neizoterme, după cum temperatura aerului din jet este egală sau diferită de cea a aerului încăperii.

Majoritatea metodelor de calcul al jeturilor de aer propuse de diferiţi autori [1], [2], [3] se bazează pe constatarea experimentală că presiunea statică a aerului din jet este egală cu presiunea statică a aerului din încăpere şi în consecinţă poate fi aplicată legea conservării cantităţii de mişcare. Pe această bază au fost obţinute relaţii de calcul pentru determinarea cîmpurilor de viteze şi de temperaturi pentru jeturile izoterme şi, respectiv, neizoterme, atît în cazul unei distribuţii uniforme a vitezelor pe secţiunea iniţială a jetului (care este chiar secţiunea orificiului de refulare a aerului), cît şi în cazul unei distribuţii neuniforme a vitezelor pe această secţiune.

În cele ce urmează vom analiza condiţiile de maxim şi minim ale traiectoriilor jeturilor de aer neizoterme, plane sau circulare, în care scop vom utiliza unele relaţii de calcul pentru vitezele aerului din jet şi pentru traiectorii deduse de V. N. Taliev [2].

II. NOTAŢII

Se vor utiliza următoarele notaţii:

w_0 — viteza iniţială a jetului de aer neizoterm, în m/s;

w — viteza într-un punct oarecare al axei jetului de aer neizoterm, în m/s;

w_x, w_y — proiecţiile vitezei $\vec{w}$ pe axele de coordonate $0x$, respectiv $0y$;

w_{st} — viteza într-un punct oarecare al axei jetului de aer izoterm, la distanţa s de orificiul de refulare a aerului;

w_{stx}, w_{sty} — proiecţiile vitezei $\vec{w}_{st}$ pe axele de coordonate $0x$, respectiv $0y$;

w_a — viteza ascensională datorită forţelor Arhimede;

τ — timpul, în s;

θ_0 — unghiul format de axa jetului izoterm cu axa absciselor;

B_0 — jumătatea înălţimii orificiului dreptunghiular (fantei);

R_0 — raza orificiului circular;

L_0 — dimensiunea caracteristică (pentru orificiul dreptunghiular $L_0 = B_0$, pentru orificiul circular $L_0 = R_0$);

$\bar{x} = \frac{x}{L}$; $\bar{y} = \frac{y}{L_0}$ — coordonatele adimensionale ale unui punct oarecare (x, y) al traiectoriei jetului de aer neizoterm;

$\bar{s} = \frac{s}{L_0}$ — distanţa adimensională între un punct oarecare al traiectoriei şi originea axelor de coordonate;

x_I — distanţa de la originea axelor de coordonate pînă la punctul în care traiectoria jetului de aer neizoterm intersectează axa absciselor;

T_0 — temperatura absolută a aerului în secţiunea iniţială a jetului, în ^{0}K;

T_i — temperatura absolută a aerului din încăpere, în ^{0}K;

g — acceleraţia gravitaţională, în m/s^2;

Ar_0 — criteriu de similitudine, denumit după Arhimede.

III. ECUAŢIILE TRAIECTORIILOR JETURILOR DE AER NEIZOTERME

Vom considera un orificiu de refulare a aerului în centrul căruia este plasată originea axelor de coordonate $x0y$ (fig.1) şi pe suprafaţa căruia cîmpul de viteze este distribuit uniform, avînd valoarea w_0.

Datorită frecărilor cu straturile de aer limitrofe din încăpere are loc o difuziune turbulentă a aerului din jet în aerul înconjurător. În aceste condiţii, viteza într-un punct oarecare

A al axei jetului de aer izoterm scade de la valoarea w_0 la valoarea w_{st}. Proiecțiile vectorului $\vec{w}_{st}$ pe axele de coordonate vor fi:

$$w_{stx} = w_{st} \cos \theta_0 \tag{1}$$

$$w_{sty} = w_{st} \sin \theta_0 \tag{2}$$

unde unghiul θ_0 este luat în sens trigonometric.

În cazul jetului de aer neizoterm, în absența altor forțe, datorită cîmpului neuniform de temperaturi, iau naștere forțe Arhimede, astfel că, într-un punct oarecare *B* al axei jetului, viteza rezultantă va fi:

$$\vec{w} = \vec{w}_{st} - \vec{w}_a \tag{3}$$

Proiectînd această relație pe axele de coordonate, obținem:

$$w_x = \frac{dx}{d\tau} = w_{st} \cos \theta_0 \tag{4}$$

$$w_y = \frac{dy}{d\tau} = w_{st} \sin\theta_0 - w_a \tag{5}$$

Întrucît

$$\frac{ds}{d\tau} = w_{st} \tag{6}$$

obținem:

$$\frac{dx}{d\tau} = \frac{dx}{ds} \cdot \frac{ds}{d\tau} = \frac{dx}{ds} w_{st} \tag{7}$$

$$\frac{dy}{d\tau} = \frac{dy}{ds} \cdot \frac{ds}{d\tau} = \frac{dy}{ds} w_{st} \tag{8}$$

Înlocuind în relațiile (4) și (5), se obține:

$$\frac{dx}{ds} = \cos \theta_0 \tag{9}$$

$$\frac{dy}{ds} = \sin\theta_0 - \frac{w_a}{w_{st}}. \tag{10}$$

Prin integrarea relațiilor (9) și (10) se obțin coordonatele unui punct oarecare al traiectoriei jetului de aer neizoterm. În practică, se obișnuiește a se utiliza coordonatele adimensionale $\overline{x}$ și $\overline{y}$ și pentru a le obține vom considera vitezele adimensionale:

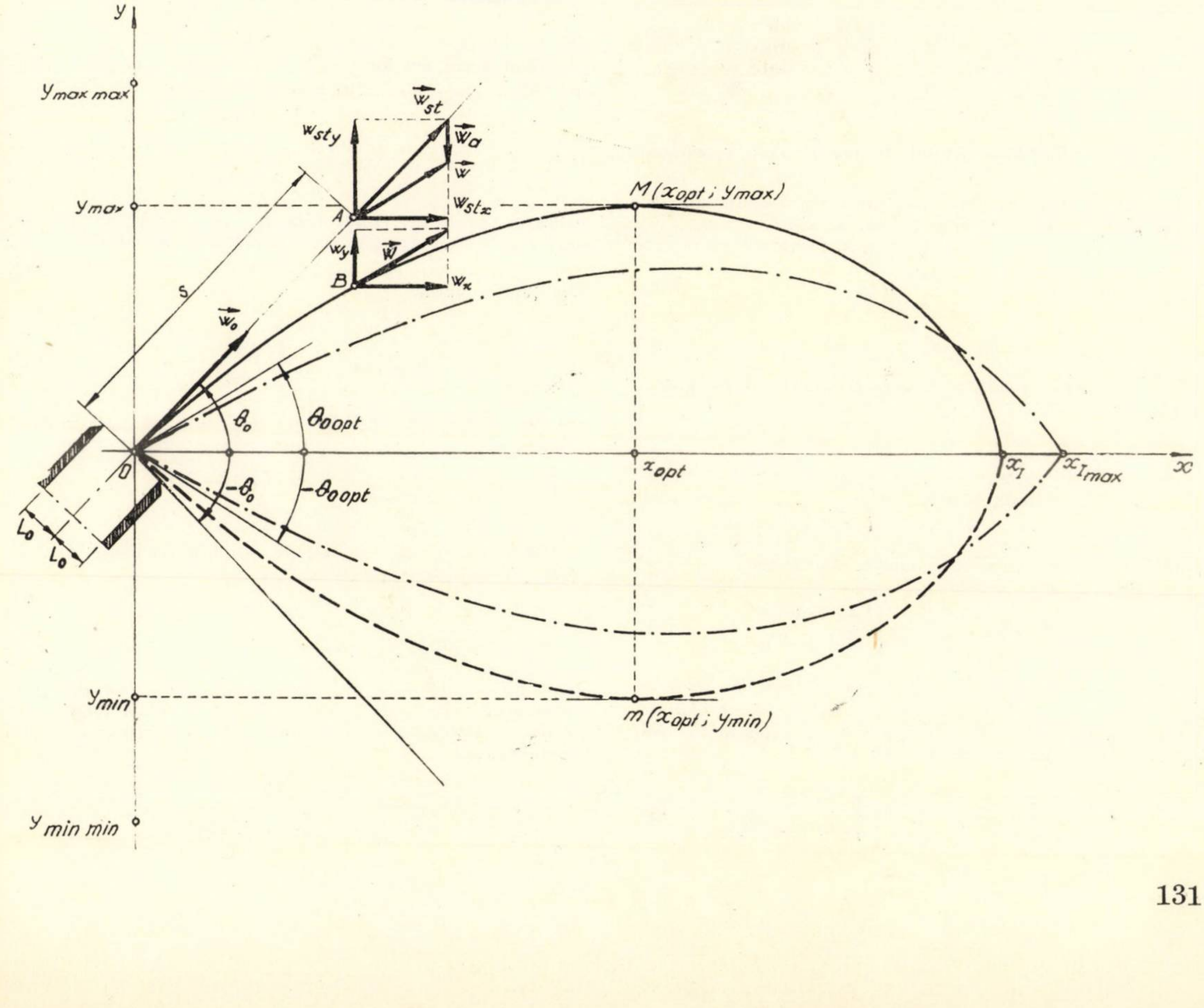
$$\overline{w}_{st} = \frac{w_{st}}{w_0} \text{ și } \overline{w}_a = \frac{w_a}{w_0} \tag{11}$$

astfel că relațiile (9) și (10) devin:

$$\frac{d\overline{x}}{d\overline{s}} = \cos\theta_0 \tag{12}$$

$$\frac{d\overline{y}}{d\overline{s}} = \sin\theta_0 - \frac{\overline{w}_a}{\overline{w}_{st}} \tag{13}$$

Fig. 1. Traiectoriile jetului de aer neizoterm



III. 1. Traiectoriile jetului de aer plan neizoterm

Pentru jetul de aer plan neizoterm, relațiile de calcul pentru vitezele $\overline{w}_{st}$ și $\overline{w}_a$, după Taliev [2], sînt :

$$\overline{w}_{st} = \frac{3{,}8}{\sqrt{\overline{s}}}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}} \tag{14}$$

și

$$\overline{w}_a = 0{,}86\, Ar_0\, \overline{s} \tag{15}$$

în care

$$Ar_0 = g\,\frac{T_0 - T_i}{T_i}\cdot\frac{L_0}{w_0^2}. \tag{16}$$

Înlocuind relațiile (14) și (15) în relațiile (12) și (13) și integrînd, se obține

$$\overline{x} = \overline{s}\cos\theta_0 \tag{17}$$

și

$$\overline{y} = \overline{s}\sin\theta_0 - 0{,}091\, Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\,.\,\overline{s}^{\frac{5}{2}}. \tag{18}$$

Dacă se înlocuiește $\overline{s}$ din relația (17) în (18) se obține :

$$\overline{y} = \overline{x}\,\mathrm{tg}\theta_0 - 0{,}091\, Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\cdot\frac{\overline{x}^{\frac{5}{2}}}{\cos^{\frac{5}{2}}\theta_0}. \tag{19}$$

Prin urmare, relația de mai sus este valabilă în cazul în care jetul este rece ($T_0 < T_i$) și îndreptat în sus ($\theta_0 > 0$). În cazul în care jetul este cald ($T_0 > T_i$) și îndreptat în jos ($\theta_0 < 0$), relația (19) devine :

$$\overline{y} = -\,\overline{x}\,\mathrm{tg}\theta_0 + 0{,}091\, Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\cdot\frac{\overline{x}^{\frac{5}{2}}}{\cos^{\frac{5}{2}}\theta_0}. \tag{20}$$

III. 2. Traiectoriile jetului de aer circular neizoterm

Relațiile de calcul deduse de Taliev [2] pentru vitezele $\overline{w}_{st}$ și $\overline{w}_a$ ale jetului circular neizoterm sînt :

$$\overline{w}_{st} = \frac{12{,}4}{\overline{s}}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}} \tag{21}$$

$$\overline{w}_a = 0{,}745\, Ar_0\, \overline{s}. \tag{22}$$

Înlocuind aceste relații în relațiile (12) și (13) și integrînd, se obține :

$$\overline{x} = \overline{s}\cos\theta_0 \tag{23}$$

$$\overline{y} = \overline{s}\sin\theta_0 - 0{,}02\, Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\cdot\overline{s}^3. \tag{24}$$

Ținînd seama de relația (23), relația (24) devine :

$$\overline{y} = \overline{x}\,\mathrm{tg}\theta_0 - 0{,}02\, Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\cdot\frac{\overline{x}^3}{\cos^3\theta_0} \tag{25}$$

și reprezintă ecuația traiectoriei jetului circular de aer rece ($T_0 < T_i$) și îndreptat în sus ($\theta_0 > 0$).

Dacă jetul de aer este cald ($T_0 > T_i$) și orientat în jos ($\theta_0 < 0$), ecuația traiectoriei devine :

$$\overline{y} = -\,\overline{x}\,\mathrm{tg}\,\theta_0 + 0{,}02\, Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\cdot\frac{\overline{x}^3}{\cos^3\theta_0}. \tag{26}$$

IV. TRAIECTORIILE MAXIME ȘI MINIME ALE JETURILOR DE AER NEIZOTERME

IV. 1. Jetul de aer plan neizoterm

Observăm că cele două cazuri puse în evidență de ecuațiile (19) și (20) pot fi reunite în relația :

$$\overline{y} = \pm\,\overline{x}\,\mathrm{tg}\theta_0 \mp 0{,}091\, Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\cdot\frac{\overline{x}^{\frac{5}{2}}}{\cos^{\frac{5}{2}}\theta^0}. \tag{27}$$

Condițiile necesare *de extremum* se obțin anulînd prima derivată în raport cu $\overline{x}$ a acestei relații :

$$\frac{\partial\overline{y}}{\partial\overline{x}} = \pm\,\mathrm{tg}\,\theta_0 \mp \frac{5}{2}\cdot 0{,}091\, Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\,\frac{\overline{x}^{\frac{3}{2}}}{\cos^{\frac{5}{2}}\theta_0} = 0. \tag{28}$$

De aici se vede clar că în ambele cazuri analizate mai sus, abscisa comună a punctelor *de extremum* este :

$$\overline{x}_{\mathrm{opt}} = \sqrt[3]{19{,}3\,\frac{\sin^2\theta_0\cos^3\theta_0}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}} \tag{29}$$

Natura extremumului pentru această valoare a lui $\overline{x}$ este pusă în evidență de derivata a doua a funcției (27) :

$$\frac{\partial^2\overline{y}}{\partial\overline{x}^2} = \mp\,\frac{3}{2\cos^2\theta_0}\sqrt[3]{0{,}052\, Ar_0^2\,\frac{T_0}{T_i}\sin\theta_0} \tag{30}$$

Prin urmare, în cazul $\theta_0 > 0$ și $T_0 < T_i$, $\dfrac{\partial^2\overline{y}}{\partial\overline{x}^2} < 0$ și se obține un maxim ; în cazul $\theta_0 < 0$ și $T_0 > T_i$, $\dfrac{\partial^2\overline{y}}{\partial\overline{x}^2} > 0$ și se obține un minim.

Ordonatele punctelor *de extremum* se obțin înlocuind valoarea lui $\overline{x}$ din relația (29) în relația (27) :

$$\overline{y}_{\mathrm{extr}} = \pm\,0{,}6\sqrt[3]{19{,}3\,\frac{\sin^5\theta_0}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}} \tag{31}$$

valoarea pozitivă fiind ordonata punctului de maxim, $y_{\max}$, iar valoarea negativă, a punctului de minim, $y_{\min}$.

Dacă jetul rece este îndreptat vertical în sus ($\theta_0 = 90°$), din (31) se obține :

$$\overline{y}_{\max\,\max} = 0{,}6\sqrt[3]{\frac{19{,}3}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}}, \tag{32}$$

iar dacă jetul cald este îndreptat vertical în jos ($\theta_0 = -\,90°$) :

$$\overline{y}_{\min\,\min} = -\,0{,}6\sqrt[3]{\frac{19{,}3}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}}. \tag{33}$$

Observăm că dacă se împart membru cu membru, relațiile (31) și (29), se obține :

$$\overline{y}_{\mathrm{extr}} = \pm\,0{,}6\,\overline{x}_{\mathrm{opt}}\,\mathrm{tg}\,\theta_0. \tag{34}$$

Relațiile (29) și (31) reprezintă totodată și ecuațiile parametrice ale locului geometric al punctelor *de extremum*, în care parametrul este unghiul θ_0. Eliminarea parametrului între aceste ecuații se poate face ușor, utilizînd relația (34), și duce la obținerea următoarei ecuații carteziene a locului geometric :

$$(25\,\overline{y}^2 + 9\,\overline{x}^2)^5 = \frac{11{\cdot}664}{0{,}051^4 Ar_0^4}\left(\frac{T_i}{T_0}\right)^2\cdot\overline{y}^4. \tag{35}$$

Se verifică imediat că, de exemplu, pentru $\overline{x} = 0$ se obţin relaţiile (32) şi (33).

După atingerea punctelor *de extremum*, traiectoria jetului plan neizoterm va intersecta axa absciselor într-un punct, a cărui abscisă $\overline{x}_I$ se obţine din ecuaţia (27) făcînd $\overline{y} = 0$:

$$\overline{x}_I = \sqrt[3]{\frac{\sin^2\theta_0 \cos^3\theta_0}{0{,}091^2 Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}}. \tag{36}$$

Între această abscisă şi abscisa punctelor *de extremum* se poate obţine următoarea relaţie simplă, împărţind membru cu membru relaţiile (29) şi (36) :

$$\overline{x}_{\text{opt}} = 0{,}543\,\overline{x}_I. \tag{37}$$

Considerînd intervalul $0° < \theta_0 < 90°$ se observă că există un unghi optim de înclinare al axei orificiului de refulare a aerului, pentru care abscisa $\overline{x}_I$ este maximă. Această valoare se obţine anulînd prima derivată în raport cu θ_0 a funcţiei (36) :

$$\frac{\partial\overline{x}_I}{\partial\theta_0} = \sqrt[3]{\frac{1}{0{,}091^2 Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}}\cdot\frac{\partial}{\partial\theta_0}\left(\sqrt[3]{\sin^2\theta_0\cos^3\theta_0}\right) = 0 \tag{38}$$

de unde se obţine ecuaţia trigonometrică :

$$\frac{2}{3}\cos^2\theta_0 - \sin^2\theta_0 = 0 \tag{39}$$

cu soluţia :

$$\theta_{0\,\text{opt}} = 39°14'. \tag{40}$$

Pentru această valoare a unghiului θ_0 se obţine într-adevăr un maxim al abscisei $\overline{x}_I$ căci valoarea derivatei a doua a funcţiei (36), în acest caz, este :

$$\frac{\partial^2\overline{x}_I}{\partial\theta_0^2} = -\frac{9{,}4}{\sqrt[3]{\frac{1}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_0}{T_i}}} < 0 \tag{41}$$

Înlocuind relaţia (40) în (36) se obţine :

$$\overline{x}_{I\,\max} = 2{,}83\sqrt[3]{\frac{1}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T^0}}. \tag{42}$$

IV. 2. Jetul de aer circular neizoterm

Pentru analizarea condiţiilor de maxim şi minim ale traiectoriilor jetului de aer circular neizoterm, vom aplica o metodică de calcul analogă cazului precedent.

Vom reuni într-o singură expresie relaţiile (25) şi (26) :

$$\overline{y} = \pm\,\overline{x}\,\text{tg}\,\theta_0 \mp 0{,}02\,Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\cdot\frac{\overline{x}^3}{\cos^3\theta_0} \tag{43}$$

şi anulînd derivata întîi a acestei funcţii în raport cu $\overline{x}$:

$$\frac{\partial\overline{y}}{\partial\overline{x}} = \pm\,\text{tg}\,\theta_0 \mp 0{,}06\,Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\cdot\frac{\overline{x}^2}{\cos^3\theta_0} = 0 \tag{44}$$

se obţine abscisa punctelor *de extremum* :

$$\overline{x}_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{\sin\theta_0\cos^2\theta_0}{0{,}06\,Ar_0}\sqrt{\frac{T_i}{T^0}}}. \tag{45}$$

Valoarea derivatei a doua a funcţiei (43) în punctul *de extremum* este :

$$\frac{\partial^2\overline{y}}{\partial\overline{x}^2} = \pm\frac{2}{\cos^2\theta_0}\sqrt{0{,}06\,Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}\sin\theta_0} \tag{46}$$

şi se vede că traiectoria jetului rece($T_0 < T_i$) îndreptat în sus ($\theta_0 > 0$) are un punct de maxim $\left(\frac{\partial^2\overline{y}}{\partial\overline{x}^2} < 0\right)$, iar traiectoria jetului cald orientat în jos ($T_0 > T_i$ şi $\theta_0 < 0$) are un punct de minim $\left(\frac{\partial^2\overline{y}}{\partial\overline{x}^2} > 0\right)$.

Ordonatele punctelor *de extremum* se obţin înlocuind valoarea $\overline{x}_{\text{opt}}$ în relaţia (43) :

$$\overline{y}_{\text{extr}} = \pm\frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sin^3\theta_0}{0{,}06\,Ar_0}\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}}. \tag{47}$$

Dacă jetul cald este îndreptat vertical în jos, se obţine :

$$\overline{y}_{\min\min} = -\frac{2}{3}\sqrt{\frac{1}{0{,}06\,Ar_0}\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}} \tag{48}$$

iar dacă jetul rece este îndreptat vertical în sus :

$$\overline{y}_{\max\max} = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{1}{0{,}06\,Ar_0}\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}}. \tag{49}$$

cele două puncte *de extremum* fiind, evident, simetrice faţă de axa absciselor.

Împărţind membru cu membru relaţiile (47) şi (45) se obţine :

$$\overline{y}_{\text{extr}} = \pm\frac{2}{3}\,\overline{x}_{\text{opt}}\,\text{tg}\theta_0. \tag{50}$$

Cu ajutorul acestei relaţii se elimină uşor parametrul θ_0 între ecuaţiile (45) şi (47), obţinînd ecuaţia carteziană a locului geometric al punctelor *de extremum* :

$$(9\,\overline{y}^2 + 4\,\overline{x}^2)^3 = \frac{16}{0{,}02^2\,Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}\,\overline{y}^2 \tag{51}$$

în care, dacă facem $\overline{x} = 0$, obţinem relaţiile (48) şi (49).

Traiectoria jetului circular neizoterm va intersecta axa absciselor în punctul de abscisă :

$$\overline{x}_I = \sqrt{\frac{\sin\theta_0\cos^2\theta_0}{0{,}02\,Ar_0}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}}, \tag{52}$$

obţinută din relaţia (43) pentru $\overline{y} = 0$.

Între $\overline{x}_{\text{opt}}$ şi $\overline{x}_I$ se obţine şi în acest caz o relaţie simplă, împărţind membru cu membru relaţiile (45) şi (52) :

$$\overline{x}_{\text{opt}} = 0{,}578\,\overline{x}_I \tag{53}$$

Unghiul optim de înclinare al axei orificiului circular, în intervalul $0° < \theta_0 < 90°$, pentru care distanţa $\overline{x}_I$ este maximă, se obţine anulînd prima derivată a funcţiei (52) în raport cu θ_0 :

$$\frac{\partial\overline{x}_I}{\partial\theta_0} = \sqrt{\frac{1}{0{,}02\,Ar_0}\sqrt{\frac{T_i}{T_0}}}\cdot\frac{\partial}{\partial\theta_0}\left(\sqrt{\sin\theta_0\cos^2\theta_0}\right) = 0 \tag{54}$$

de unde se obţine ecuaţia :

$$\cos^2\theta_0 - 2\sin^2\theta_0 = 0 \tag{55}$$

cu soluţia

$$\theta_{0\,\text{opt}} = 35°16'. \tag{56}$$

Întrucît valoarea derivatei a doua a funcţiei (52) în punctul *de extremum* este :

$$\frac{\partial^2\overline{x}_I}{\partial\theta_0^2} = -\frac{13{,}2}{\sqrt{Ar_0\sqrt{\frac{T_0}{T_i}}}} < 0 \tag{57}$$

se obține într-adevăr un maxim și anume:

$$\overline{x}_{I\,\max} = 4,39 \sqrt{\frac{1}{Ar_0}} \sqrt{\frac{T_i}{T_0}} \qquad (58)$$

relație obținută prin înlocuirea valorii $\theta_{0\,opt}$ în relația (52).

Din cele arătate mai sus se poate trage concluzia că analiza condițiilor de maxim și minim ale traiectoriilor jeturilor de aer neizoterme este deosebit de utilă pentru proiectarea instalațiilor de ventilare și condiționare a aerului.

V. EXEMPLU DE CALCUL

Dintr-o fantă de secțiune dreptunghiulară cu lățimea de 400 mm înclinată în jos sub un unghi de 45° este refulat aer cald cu temperatura de + 28°C și cu viteza inițială de 2 m/s uniform repartizată pe secțiunea orificiului, în interiorul unei săli cu temperatura de + 20°C.

Să se determine coordonatele punctului de minim al traiectoriei, precum și punctul în care axa jetului intersectează axa absciselor. De asemenea, să se determine valoarea maximă a abscisei punctului de intersecție al axei jetului cu axa absciselor.

Rezolvare

1. Se calculează valoarea criteriului Ar_0:

$$Ar_0 = g\,\frac{T_0 - T_i}{T_i}\cdot\frac{B_0}{w_0^2} = \frac{9,81\,(301-293)\,.\,0,2}{293\,.\,2^2} = 0,01315. \qquad (1)$$

2. Se determină abscisa punctului de minim:

$$\overline{x}_{opt} = \sqrt[3]{19,3\,\frac{\sin^2\theta_0\cos^3\theta_0}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}} = \frac{19,3\cdot 0,5\cdot 0,354\cdot 301}{0,01315^2\,.\,293} = 27,4 \qquad (2)$$

de unde:

$$x_{opt} = B_0\cdot\overline{x}_{opt} = 0,2\,.\,27,4 = 5,48 \text{ m}. \qquad (3)$$

3. Ordonata punctului de minim:

$$\overline{y}_{min} = -\,0,6\sqrt[3]{19,3\,\frac{\sin^5\theta_0}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}} = -\,0,6\,.\,0,707\sqrt[3]{\frac{19,3\,.\,0,5\,.\,301}{0,01315^2\,.\,293}} = -\,16,45 \qquad (4)$$

de unde:

$$y_{min} = B_0\overline{y}_{min} = -\,0,216,45 = -\,3,29 \text{ m}. \qquad (5)$$

Același rezultat se obține aplicînd relația:

$$y_{min} = -\,0,6\,x_{opt}\,tg\theta_0 = -\,0,6\,.\,5\,.\,48\,.\,1 = -\,3,29 \text{ m} \qquad (6)$$

4. În cazul în care jetul ar fi fost orientat vertical în jos ($\theta_0 = -\,90°$) se obținea:

$$\overline{y}_{min\,min} = -\,0,6\sqrt[3]{19,3\,\frac{1}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}} = -\,0,6\sqrt[3]{\frac{19,3\,.\,301}{0,01315^2\,.\,293}} = -\,29,2 \qquad (7)$$

și prin urmare:

$$y_{min\,min} = B_0\,\overline{y}_{min\,min} = -\,0,2\,.\,29,2 = -\,5,84 \text{ m}. \qquad (8)$$

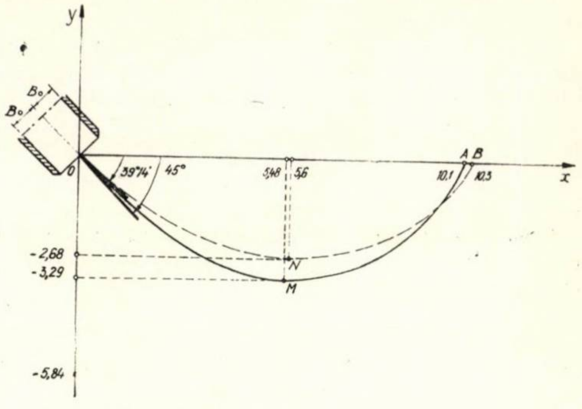


Fig. 2. Traiectoriile jetului de aer neizoterm in cazul exemplului de calcul

5. Abscisa punctului de intersecție al axei jetului de aer cu axa absciselor:

$$\overline{x}_I = \frac{\overline{x}_{opt}}{0,543} = \frac{27,4}{0,543} = 50,5 \qquad (9)$$

și deci:

$$\overline{x}_I = B_0\,\overline{x}_I = 0,2\,.\,50,5 = 10,1 \text{ m}. \qquad (10)$$

Rezultatele obținute mai sus sînt transpuse în figura 2.

6. Abscisa maximă a punctului de intersecție al axei jetului de aer cu axa absciselor este:

$$\overline{x}_{I\max} = 2,83\sqrt[3]{\frac{1}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}} = 2,83\sqrt[3]{\frac{301}{0,01315^2\,.\,293}} = 51,5 \qquad (11)$$

și deci

$$x_{I\,\max} = B_0\,\overline{x}_{I\,\max} = 0,2\,.\,51,5 = 10,3 \text{ m}. \qquad (12)$$

Această abscisă se obține pentru înclinarea axei orificiului sub unghiul de 39°14′ în jos. Pentru această traiectorie, punctul de minim va avea abscisa:

$$\overline{x}_{opt} = 0,543\,\overline{x}_{I\max} = 0,543\,.\,51,5 = 28 \qquad (13)$$

respectiv

$$\overline{x}_{opt} = B_0\,\overline{x}_{opt} = 0,2\,.\,28 = 5,6 \text{ m} \qquad (14)$$

și ordonata:

$$\overline{y}_{min} = -\,0,6\sqrt[3]{19,3\,\frac{\sin^5\theta_{0\,opt}}{Ar_0^2}\cdot\frac{T_i}{T_0}} = -\,0,6\sqrt[3]{19,3\,\frac{0,633^5}{0,01315^2}\cdot\frac{301}{293}} = -\,13,4 \qquad (15)$$

de unde

$$y_{min} = B_0\,\overline{y}_{min} = -\,0,2\,.\,13,4 = -\,2,68 \text{ m}. \qquad (16)$$

Și aceste rezultate sînt prezentate în figura 2.

Bibliografie

[1] Voinescu V., Niculescu N., Lăzărescu L.,: *Îndrumătorul instalatorilor*. București, Editura tehnică, 1964.
[2] Taliev V.N.: *Aerodinamica ventilației*. Moskva, 1963.
[3] Maksimov G.A.: *Încălzire și ventilație, Partea a II-a. Ventilație*. București, Editura tehnică, 1958.

Distanţieri de material plastic pentru poziţionarea armăturii elementelor de beton armat

Dr. ing. S. Cetăţeanu, ing. V. Roşca, ing. S. Coandă, ing. M. Stancu

I. CONSIDERAŢII GENERALE

Poziţionarea corectă a armăturii, cu respectarea acoperirilor prescrise cu beton, în elementele de beton armat este o problemă de mare importanţă pentru asigurarea capacităţii portante proiectate, pentru asigurarea protecţiei împotriva coroziunii şi a incendiului şi pentru realizarea suprafeţelor de beton aparent (netencuite). Într-adevăr, dacă armătura de rezistenţă este aşezată mult în interiorul piesei de beton, faţă de poziţia corectă prevăzută în proiect, atunci braţul de pîrghie cu care această armătură lucrează este mai mic şi capacitatea portantă scade; dimpotrivă, dacă armătura este dispusă prea aproape de exteriorul piesei, atunci betonul care acoperă armătura are grosimea prea mică şi nu oferă o protecţie suficientă împotriva coroziunii.

Pînă în prezent, poziţionarea corectă a armăturilor de rezistenţă din elementele de beton armat executate în fabricile de prefabricate sau turnate monolit pe şantiere s-a făcut prin folosirea unor resturi de oţel-beton (bucăţi în lungime de 3—5 cm rezultate din tăierea capetelor de oţel-beton), a unor distanţieri confecţionaţi din beton, a unor pietre sau sfărîmături de beton sau a unor suporţi speciali confecţionaţi din tablă sau sîrmă.

Folosirea resturilor de oţel-beton nu este indicată din următoarele motive:

1. poziţionarea insuficient de corectă a armăturii;
2. posibilitatea corodării acestor distanţieri (şi implicit a creării de focare pentru corodarea întregii armături de rezistenţă de care sînt legaţi), ca urmare a situării acestora la faţa elementului, fără nici o acoperire de beton, totodată făcînd posibilă şi apariţia petelor de rugină pe suprafaţa elementelor de beton;
3. manoperă mare datorită legăturilor cu sîrmă necesare fixării de armătură;
4. consum de oţel (chiar dacă în acest scop de folosesc capete de bare care nu mai pot fi folosite ca armătură în construcţii; totuşi, aceste cantităţi pot fi folosite ca fier vechi în procesul de elaborare a noilor şarje de oţel).

Folosirea distanţierilor de beton, deşi mai acceptabilă din punct de vedere tehnic decît folosirea distanţierilor din resturi de oţel, nu este totuşi recomandabilă, datorită consumului mare de manoperă folosit la confecţionarea acestor distanţieri, ca şi la montarea lor pe armătură, fiind necesară şi în acest caz o legătură de sîrmă.

Distanţierii speciali confecţionaţi din tablă sau sîrmă se folosesc, în general, pentru poziţionarea armăturii superioare la plăci; ei prezintă dezavantajul unui consum mare de oţel.

Pentru evitarea acestor dezavantaje şi asigurarea unei poziţionări foarte corecte a armaturii de rezistenţă în elementele de beton armat au început să se folosească recent distanţieri de material plastic.

Faţă de distanţierii clasici amintiţi, distanţierii de material plastic oferă următoarele avantaje;

— realizează poziţionarea foarte corectă a armăturilor de rezistenţă;

— asigură continuitatea betonului în regiunea distanţierului;

— au o aderenţă bună cu betonul;

— se confecţionează din material necorodabil şi incasabil;

— evită crearea focarelor de coroziune şi, legat de acestea, apariţia petelor de rugină pe suprafeţele elementelor de beton;

— au o suprafaţă mică de contact cu tiparul (cofrajul), deci, după decofrare, cu atmosfera ambiantă;

— au culoarea betonului;

— reduc consumul de metal;

— au greutate foarte mică, putînd fi transportaţi în cantităţi mari cu uşurinţă.

Un inconvenient al acestor distanţieri în etapa actuală este preţul de cost mai ridicat, care însă este compensat prin îmbunătăţirea calităţii elementelor de beton armat.

În străinătate, distanţierii de material plastic se folosesc pe scară tot mai mare, apărînd o multitudine de tipuri cu scopul de a asigura poziţionarea cît mai precisă a armăturilor plasate în diverse elemente de construcţii.

După tipul de elemente de construcţie s-au diferenţiat şi anumite tipuri de distanţieri. Astfel, se disting:

— distanţieri pentru poziţionarea armăturilor la plăci şi grinzi (fig. 1);

— distanţieri pentru poziţionarea armăturilor la stîlpi şi elemente verticale similare (fig. 2);

— distanţieri pentru poziţionarea armăturilor dispuse pe mai multe rînduri (fig. 3) sau sub formă de plase (fig. 4);

— distanţieri pentru poziţionarea armăturilor la poduri sau la alte lucrări masive (fig. 5 şi 6).

La noi în ţară, pînă în prezent au fost confecţionate experimental patru tipuri de distanţieri:

a) distanţieri tip agrafă (fig. 7);
b) distanţieri tip cleşte (fig. 8);
c) distanţieri tip rondelă (fig. 9);
d) distanţieri tip cupă (fig. 10).

Primele două tipuri au fost confecţionate experimental la comanda INCERC, iar celelalte două au fost fabricate din iniţiativa întreprinderii de prefabricate „Progresul" din Bucureşti.

În 1967, INCERC a studiat posibilitatea folosirii la noi în ţară a distanţierilor de material plastic; în cele ce urmează se vor expune rezultatele obţinute în urma experimentărilor efectuate în cadrul acestui studiu, în vederea confecţionării distanţierilor din material plastic şi a folosirii acestora la executarea elementelor prefabricate din beton armat sau turnate monolit.

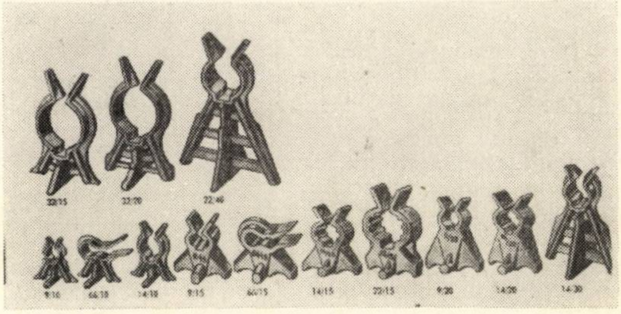
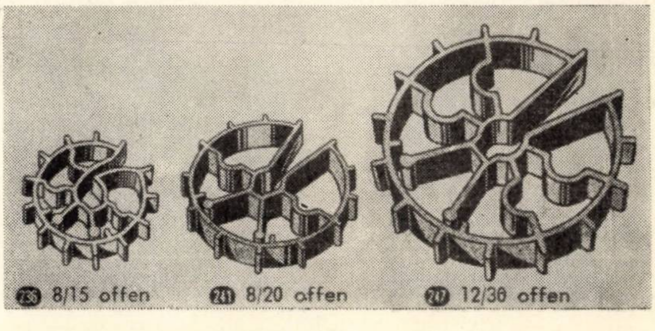
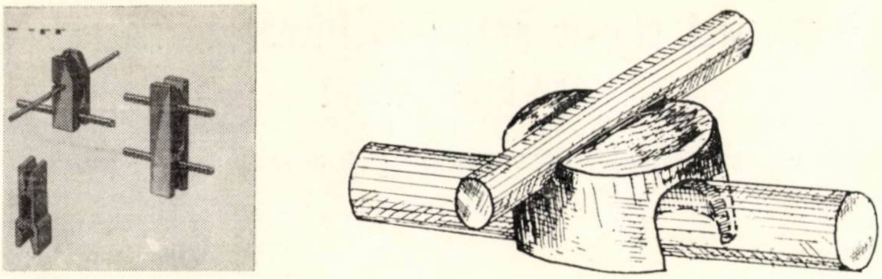


Fig. 1

Fig. 2





a) b)

Fig. 3 a şi b

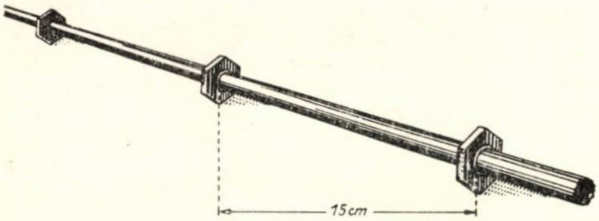


Fig. 4 a

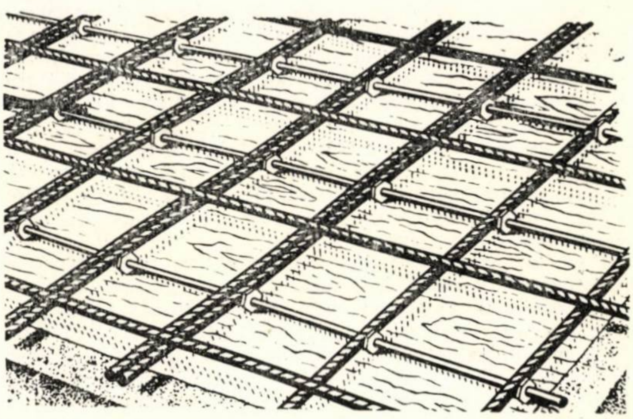


Fig. 4 b

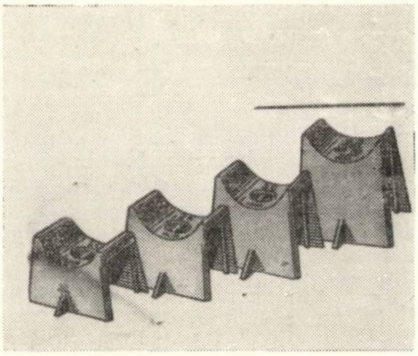


Fig. 5

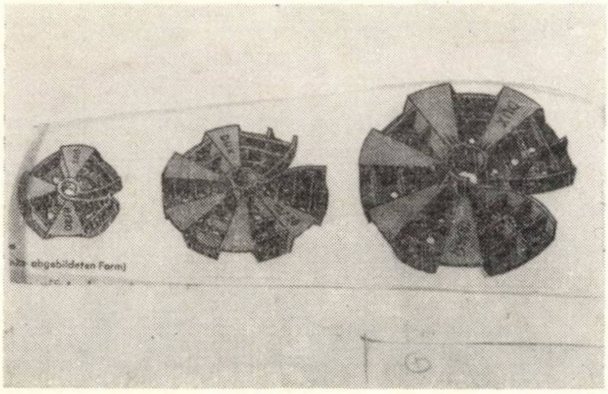

abgebildeten Form)

Fig. 6

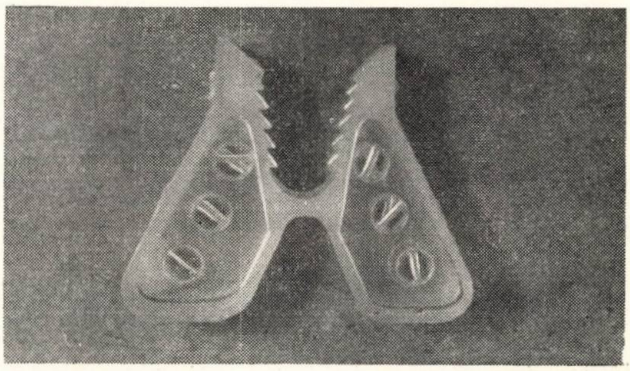


Fig. 8

Fig. 7

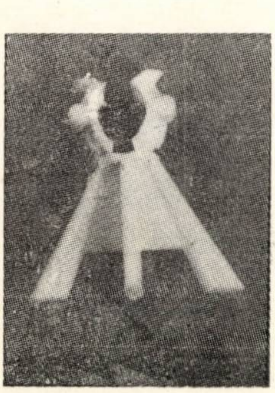


Fig. 9

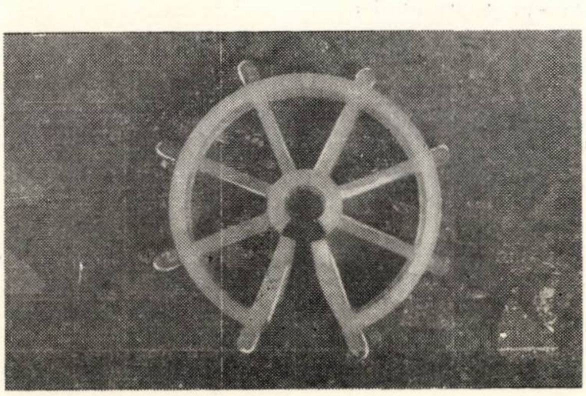
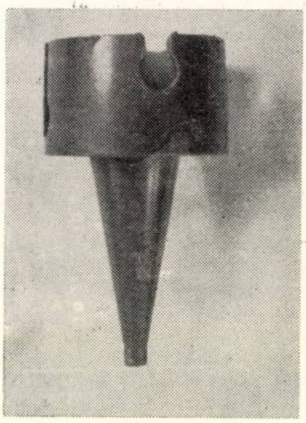


Fig. 10



II. CONFECŢIONAREA DISTANŢIERILOR EXPERIMENTALI

a) Distanţierii tip agrafă au fost confecţionaţi experimental, din polietilenă de înaltă densitate, la Uzina de prelucrare a maselor plastice din Bucureşti. S-a experimentat confecţionarea acestora din polistiren rezistent la şoc, însă nu s-au obţinut rezultate satisfăcătoare, întrucît acest material, nefiind elastic, s-a rupt casant cînd s-a introdus în cilindrul distanţierului o bară de armare cu diametrul mai mare decît deschizătura acestuia. Confecţionarea distanţierilor din polietilenă de joasă densitate nu se recomandă, întrucît nu li se asigură rigiditatea necesară.

Distanţierul este alcătuit dintr-un cilindru prevăzut cu o deschizătură pentru introducerea barei de armare, din două picioruşe înclinate şi un suport plat, median (fig. 7). Diametrul interior al cilindrului este variabil în funcţie de diametrul barei de armare. Cilindrul este prevăzut cu o nervură de rigidizare de-a lungul perimetrului, dispusă la mijlocul lăţimii şi cu doi suporţi diametral opuşi, care servesc la eliminarea automată a distanţierului din matriţă în timpul fabricaţiei. Picioruşele distanţierului sînt rigidizate de suportul plat median printr-o diafragmă care serveşte şi pentru eliminarea automată din matriţă. Marginea inferioară a diafragmei de rigidizare este situată la 6 mm de baza distanţierului, pentru a nu întrerupe continuitatea betonului prin suprafeţe perpendiculare pe direcţia barei de armare, evitînd astfel crearea de microfisuri iniţiale în beton. La partea superioară, suportul plat are lăţimea egală cu a cilindrului (8 mm), iar la partea inferioară dimensiunea acestuia se dublează. Înălţimea suportului plat este variabilă, fiind în funcţie de grosimea stratului de beton prevăzută în proiect pentru acoperirea barelor de armare.

Construcţia distanţierului este astfel alcătuită încît să asigure o bună fixare de armaturi, să fie uşor montat, să garanteze o bună sprijinire şi o corectă poziţionare a armăturii şi să aibă o suprafaţă mică de contact cu cofrajul.

b) Distanţierii tip cleşte au fost confecţionaţi experimental din polietilenă de joasă densitate, la Fabrica chimică din Orăştie; aceşti distanţieri nu au putut fi fabricaţi din polistiren rezistent la şoc sau polietilenă de înaltă densitate, întrucît au apărut dificultăţi de ordin tehnologic în timpul fabricaţiei (din cauza dinţilor distanţierului, care au rolul de a mări fixarea acestuia de bara de armare, distanţierul nu a putut fi eliminat din matriţă în timpul fabricării; se presupune că în cazul înlocuirii dinţilor cu mici striuri sau mici proeminenţe semisferice se va evita această dificultate).

Distanţierul este alcătuit din două cortine, simetrice în raport cu axa verticală, unite între ele printr-o punte de legătură elastică şi rigidizate la mijlocul lăţimii lor prin cîte o diafragmă subţire (fig. 8). Elasticitatea punţii de legătură permite folosirea în bune condiţii a unui distanţier la o gamă mare de diametre ale armăturii.

c) Distanţierii tip rondelă şi cupă au fost confecţionaţi experimental, din polietilenă de joasă densitate, la Intreprinderea de material didactic din Bucureşti.

Distanţierul tip rondelă este alcătuit din două inele concentrice solidarizate prin opt nervuri radiale (fig. 9). Inelul exterior şi cel interior sînt întrerupte între două nervuri radiale consecutive pentru a permite introducerea distanţierului pe bara de armare. Diametrul inelului interior este variabil în funcţie de diametrul armăturii, iar distanţa în direcţia radială între inele este în funcţie de acoperirea cu beton a armăturii, prevăzută în proiect.

d) Distanţierul tip cupă este alcătuit dintr-o porţiune cilindrică cu diametrul de 30 mm şi înălţimea de 20 mm şi un suport tronconic cu înălţimea de 40 mm (fig. 10). Porţiunea cilindrică este prevăzută cu două perechi de orificii diametral opuse în care se introduc barele de armare. Înălţimea suportului este în funcţie de acoperirea cu beton a armăturii.

În ceea ce priveşte materialul plastic folosit la confecţionarea distanţierilor experimentali, se precizează că:

— granulele de polietilenă de înaltă densitate nu se fabrică în ţară; ele se importă. Proprietăţile fizico-mecanice ale acestora diferă de la o firmă la alta; pentru experimentare s-a folosit polietilenă importată de la firma Hostalen, cu proprietăţile fizico-mecanice prevăzute în tabela 1, garantate — conform prospectului firmei — pentru o temperatură medie de 20° ;

Tabela 1

Proprietăţi fizico-mecanice	Unitatea de măsură	Metoda de încercare	Polietilenă înaltă densitate	
			forma materialului încercat	valoare
Greutate specifică	g/cm³	metode industriale	Plăci presate	0,942
Rezistenţă la tracţiune	kgf/cm²	ISO R 468 metoda E, scara de proporţionalitate 1 : 4	Plăci presate	200
Alungirea minimă la rupere	%	Idem	Plăci presate	80
Rezistenţa la încovoiere	kgf/cm²	DIN 53452	Bare normale mici	250
Rezistenţa la torsiune	kgf/cm²	DIN 53447	Bare 60 × 6, 3 × 2 mm ; lungimea încastrării în bare 40 mm	2 200
Rezilienţa	kgcm/cm²	DIN 53453	Bare cu crestături	7
Rezilienţa	kgcm/cm²	DIN 53453	Bare fără crestături	fără rupere
Modulul de elasticitate	kgf/cm²	—	Bare 120 × 20 × 4 mm	8 000
Duritate Brinell 10 u/60″	kgf/cm²	VDE 0302	Plăci 4 mm grosime	410/370
Duritate Shore D	—	DIN 53505	Plăci 4 mm grosime	62

— granulele de polietilenă de joasă densitate şi de polistiren rezistent la şoc se fabrică în ţară; caracteristicile fizicomecanice ale acestora, extrase din catalogul MICh, sînt menţionate în tabela 2.

Tabela 2

Proprietăţi fizico-mecanice	Unitatea de măsură	Polistiren rezistent la şoc	Polietilenă joasă densitate
Greutatea specifică	g/cm³	1,02...1,08	0,91...0,94
Rezistenţa minimă la tracţiune	kgf/cm²	350	120
Alungirea la rupere	%	—	100
Rezistenţa la încovoiere	kgf/cm²	700	460
Rezilienţa	kgcm/cm²	8...18	—
Duritate minimă Shore	kgf/cm²	95	—
Punct de înmuiere	°C	90^0	—
Coeficient de dilatare termică	°C	$(6...8) \cdot 10^{-5}$	$(4...20) \cdot 10^{-5}$
Temperatura recomandată pentru utilizare	minimă	+80°	+70°
	maximă	−20°	−30°

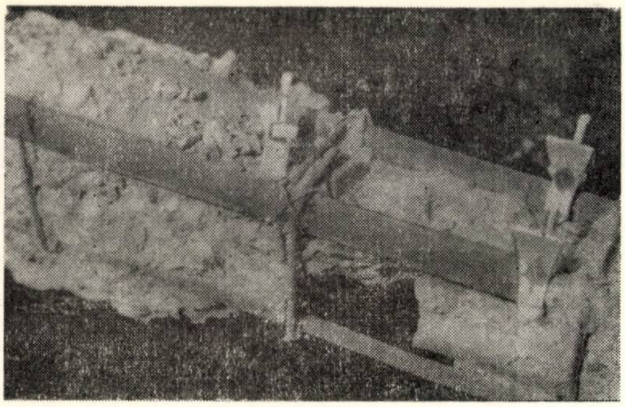


Fig. 11

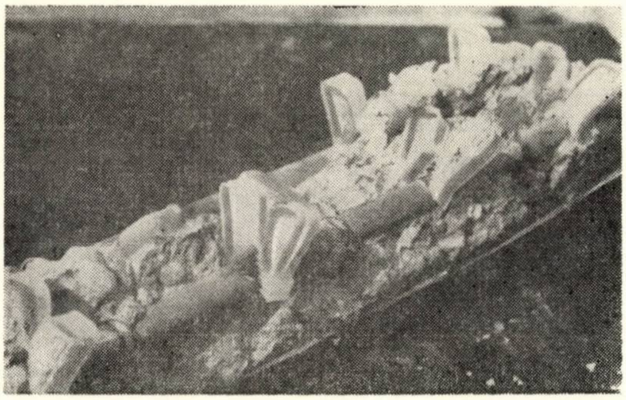


Fig. 12

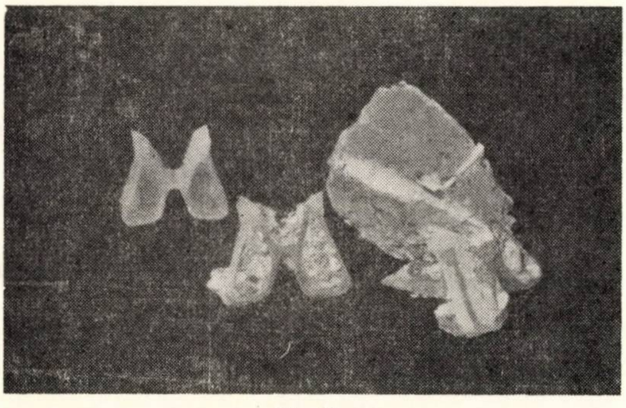
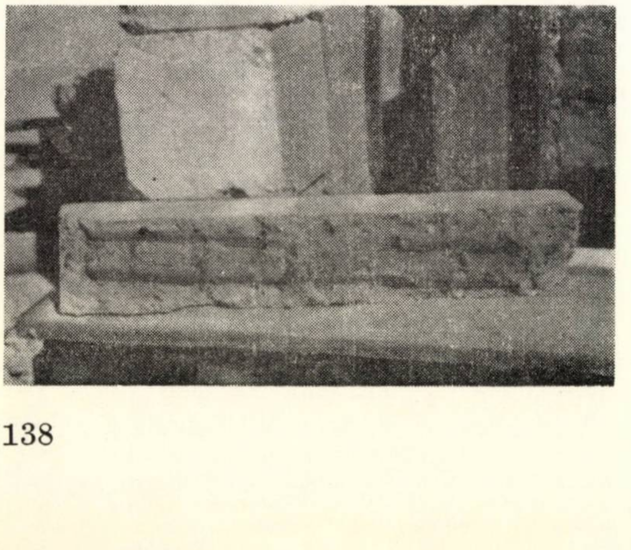


Fig. 13

Fig. 14



III. EXPERIMENTAREA FOLOSIRII DISTANŢIERILOR LA EXECUTAREA ELEMENTELOR DE CONSTRUCŢIE DIN BETON ARMAT PREFABRICATE

În vederea clarificării aspectelor legate de aplicarea distanţierilor din material plastic la poziţionarea armăturilor folosite la executarea elementelor prefabricate s-au efectuat trei genuri de experimentări :

a) experimentări de laborator la INCERC pentru studierea comportării distanţierilor în timpul vibrării şi al tratamentului termic aplicat în vederea accelerării întăririi betonului ;

b) experimentări de laborator în institut, pentru studierea apariţiei fisurilor în elementele de beton şi a coroziunii armăturilor în zona de contact cu distanţierii de material plastic ;

c) experimentări la întreprinderea de prefabricate ,,Progresul"-Bucureşti, pentru stabilirea tehnologiei de pozare şi verificarea comportării distanţierilor în timpul executării elementelor prefabricate.

Pentru studierea comportării distanţierilor de material plastic în timpul executarii elementelor prefabricate din beton armat s-au executat la INCERC prisme de 10×10×55 cm, armate cu două bare de oţel cu diametrul de 12 mm pe o latură şi cu două bare cu diametrul de 6 mm pe cealaltă parte. Cele patru bare au fost solidarizate prin intermediul a patru etrieri cu diametrul de 3 mm.

Armăturile prevăzute a fi înglobate în aceste prisme au fost sablate înainte de punerea în beton, pentru a prezenta o suprafaţă cît mai curată, lipsită de pete de rugină şi alte impurităţi. Pe aceste armături au fost dispuşi cîte opt distanţieri. Confecţionarea prismelor s-a făcut prin compactarea lor pe o masă vibrantă de laborator care asigură o vibrare unidirecţională orientată vertical cu o frecvenţă de 3 000 rot/min. Prinderea tiparelor metalice s-a făcut electromagnetic.

a) Studierea comportării distanţierilor în timpul vibrării şi al tratamentului termic

Urmărirea păstrării corecte a poziţiei distanţierilor în timpul vibrării s-a făcut atît prin dezvelirea betonului proaspăt, cît şi prin spargerea betonului după întărire. Prima verificare nu este complet edificatoare, întrucît în timpul dezvelirii betonului de pe armături se poate să se deplaseze şi distanţierii de material plastic ; în schimb, prin spargerea betonului se poate verifica cu exactitate care este poziţia armăturii şi a distanţierilor.

În ceea ce priveşte poziţionarea corectă a distanţierilor, din încercările efectuate rezultă că în cazul folosirii distanţierilor tip agrafă, armătura îşi păstrează poziţia corectă şi distanţierii au, după spargerea betonului, aceeaşi poziţie ca şi înainte de turnare (fig. 11). Păstrarea poziţiei corecte în timpul turnării şi al solicitărilor provocate de vibrare este posibilă, în cazul acestor distanţieri, datorită faptului că prinderea armăturii de distanţieri se face prin introducerea acesteia în lăcaşul special creat la partea superioară a distanţierului tip agrafă, în acest fel realizîndu-se o prindere sigură. De asemenea, în cadrul acestor experimentări s-a observat că betonul a îmbrăcat în mod intim distanţierii de material plastic de tip agrafă, asigurînd continuitatea betonului în dreptul acestora.

În ceea ce priveşte distanţierii tip cleşte s-a observat că în timpul turnării prismelor aceştia nu şi-au păstrat poziţia iniţială ; ca urmare a mişcărilor armăturii şi agregatelor datorita solicitărilor date de vibrare, unii distanţieri s-au desprins de pe armătură şi s-au înclinat (fig. 12). Desprinderea distanţierului de pe armătură a fost posibilă datorită elasticităţii prea mari a punţii de legătură dintre cele două cortine simetrice.

În ceea ce priveşte îmbrăcarea cu beton, se constată şi în acest caz că se produce o bună înglobare a distanţierului în beton (fig. 13).

Un alt aspect urmărit în timpul experimentărilor efectuate îl constituie comportarea distanţierilor de material plastic în procesul de tratare termică aplicat elementelor prefabricate în vederea accelerării intăririi betonului. Elementele prefabricate se tratează termic, fie în camere de aburire, fie în tipare încălzitoare. În ambele cazuri se ajunge la temperaturi ridicate de ordinul a 80—100°C. În beton, temperaturile sînt mai scăzute, dar în apropierea suprafeţei elementului de beton (unde sînt amplasaţi distanţierii de material plastic) se poate ajunge la temperaturi identice cu cele ale mediului ambiant din camerele de aburire. La tiparele încălzitoare, distanţierii de material plastic vin în contact direct cu placa metalică a camerei de tratare, care are o temperatură de minimum 100°C.

A fost deci necesară verificarea comportării distanţierilor la o temperatură de 100°C timp de cîteva ore. În acest scop s-au făcut două genuri de experimentări :

— s-au introdus distanţierii de material plastic într-o casetă încălzitoare experimentală şi s-au ţinut timp de 8 ore la o temperatură de 100°C ;

— s-au executat prisme de beton armat de 10 × 10 × 55 cm (la care armătura a fost poziţionată cu ajutorul distanţierilor de material plastic) şi s-au tratat aceste prisme în aceleaşi casete experimentale.

După scoaterea distanţierilor de material plastic din caseta încălzitoare s-a constatat că distanţierii tip agrafă şi cupă (confecţionaţi din polietilenă de înaltă densitate) nu şi-au schimbat forma în timpul menţinerii la temperatura de 100°C, pe cînd distanţierii de tip cleşte (confecţionaţi din polietilenă de joasă densitate) s-au deformat complet, prezentîndu-se sub forma unei paste topite.

Rezultă că pentru poziţionarea armaturii elementelor de beton prefabricate care urmează să fie tratate termic la circa 100° nu se recomandă folosirea distanţierilor confecţionaţi din polietilenă de joasă densitate, întrucît la aceste temperaturi distanţierii se pot muia şi nu-şi mai păstrează forma.

La confecţionarea prismelor armate nu s-au folosit decît distanţieri de tip agrafă şi cleşte. După tratarea termică a prismelor s-a constatat că distanţierii de tip agrafă nu s-au deformat în timpul tratamentului termic şi deci au poziţionat în mod corespunzător armătura din prisme. În ceea ce priveşte distanţierii de tip cleşte, aceştia s-au topit în timpul tratamentului, transformîndu-se într-o pastă. Armătura, totuşi, a rămas în aceeaşi poziţie datorită faptului că era înglobată în beton şi ca atare nu putea să-şi mai schimbe poziţia. Totuşi, topirea distanţierului este periculoasă, pentru că prin această topire materialul plastic s-a dezlipit de armătură, s-a scurs şi a lăsat goluri de aer, uneori în legătură cu atmosfera, care pot să ducă la coroziunea armăturii în aceste porţiuni în care armătura nu mai este protejată de beton.

b) Studierea apariţiei fisurilor în elementele de beton şi a coroziunii armăturilor

Prezenţa distanţierilor de material plastic poate produce întreruperea continuităţii betonului în direcţia longitudinală a barelor de armare şi în consecinţă apariţia fisurilor la faţa elementului de beton.

Pentru a studia apariţia fisurilor s-a efectuat încercarea la încovoiere a unora dintre prismele confecţionate experimental. După fisurarea prismelor şi spargerea acestora s-a constatat că între locul de apariţie a fisurilor şi poziţia distanţierilor de material plastic nu există nici o legătură ; au apărut fisuri şi în dreptul distanţierilor şi între distanţieri, dar au fost şi multe cazuri în care nu au apărut fisuri în dreptul distanţierilor.

Pentru a reduce la minimum pericolul de fisurare a elementului de beton în dreptul distanţierilor se recomandă ca aceştia să fie prevăzuţi cu goluri, pentru a nu secţiona complet elementul în secţiunea în care este dispus.

În vederea studierii influenţei pe care o are introducerea distanţierilor de material plastic asupra coroziunii armăturilor pe care le poziţionează, s-au făcut următoarele experimentări :

— s-a urmărit gradul de corodare a armăturilor în prismele de beton armat menţionate mai sus după o păstrare timp de 28 de zile în atmosferă cu umiditatea relativă sub 70 % ;

— s-au efectuat probe de coroziune accelerată prin introducerea prismelor de beton armat, fisurate în prealabil, în soluţii corosive de clorură de sodiu ;

— s-au efectuat probe de coroziune de durată, prin menţinerea epruvetelor în atmosferă cu umiditate de peste 90 %.

După spargerea prismelor de beton armat păstrate timp de 28 de zile în condiţii atmosferice obişnuite s-au constatat uşoare urme de coroziune sub forma unor pete cafenii în unele puncte de contact ale armăturilor longitudinale cu etrierii, în special acolo unde legăturile cu sîrmă făcute în aceste locuri au împiedicat pătrunderea laptelui de ciment în jurul barelor de oţel.

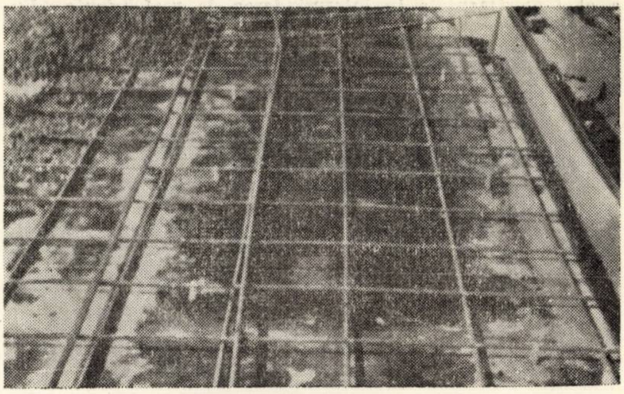


Fig. 15

Aceleaşi pete s-au observat şi în dreptul unor distanţieri, deoarece aceştia, fiind bine încleştaţi pe bare, nu au permis pătrunderea laptelui de ciment şi formarea peliculei protectoare.

Pentru evitarea apariţiei petelor de coroziune în dreptul distanţierilor este necesar ca suprafaţa cilindrică a acestora, care vine în contact cu barele de armătură, să fie prevăzută cu o dantură, creîndu-se în acest mod spaţii prin care să pătrundă laptele de ciment care formează pelicula protectoare. Acest gen de distanţieri sînt prezentaţi în figura 1 (distanţierii cu simbolul 14/15 şi 22/15).

Încercarea la coroziunea accelerată s-a efectuat prin introducerea prismelor fisurate în prealabil într-o soluţie de apă cu 3 % NaCl. Încercarea a constat în îmbăierea completă a prismelor în soluţie timp de 24 de ore şi scoaterea lor în aer timp de 72 de ore, după care au fost introduse din nou în soluţie corosivă. În total s-au efectuat 10 cicluri de imersie-emersie. După terminarea ciclurilor, prismele au fost sparte pentru a se observa starea armăturii.

Din analizarea acestora au rezultat următoarele :

— Armătura a prezentat un început de coroziune caracterizat printr-o pată cafenie cu aspect umed (mai pronunţată decît în cazul experimentărilor precedente) în zona în care au existat fisuri ale prismelor. S-au observat urme de coroziune pe cele două armături longitudinale, în porţiuni în care prisma era fisurată. In aceste porţiuni nu erau plasaţi distanţieri de material plastic.

— Urme de coroziune de genul celor amintite şi chiar mai accelerate au apărut şi în dreptul distanţierilor, în special la distanţierii de tip agrafă, în cazul în care poziţia distanţierilor a coincis cu fisurile din prismă (fig. 14).

— În cazul în care distanţierii nu au fost plasaţi în dreptul fisurilor, s-au observat doar urme de coroziune în dreptul acestora. La aceste prisme, începutul de coroziune nu s-a constatat în dreptul distanţierilor, ci în dreptul fisurilor sau spre porţiunea de capăt care fusese distrusă în timpul încercării de fisurare. Au fost şi cazuri de distanţieri de tip agrafă neplasaţi în dreptul fisurilor la care s-au observat urme de coroziune, dar aceste urme erau uscate şi mai puţin pronunţate (de genul celor observate la prismele păstrate în aer, neintroduse în soluţiile corosive, din cadrul primelor experimentări). Acest gen de început de coroziune nu este o urmare a îmbăierii prismelor în soluţia de 3 % NaCl, ci a fost un început de coroziune apărut independent, ca şi în cazul prismelor păstrate 28 de zile în atmosferă.

Epruvetele menţinute timp de un an în atmosferă umedă (peste 90 %) au prezentat aceleaşi caracteristici ca prismele supuse la probele rapide.

Coroziunea a fost relativ importantă în dreptul fisurilor, fie că acestea au coincis sau nu cu distanţierii, pe cînd în dreptul distanţierilor au fost doar urme de rugină sau nu au fost de loc.

Rezultă că în cazul în care stratul de acoperire cu beton este eficient, armătura nu prezintă nici un simptom de coroziune în dreptul distanţierilor, chiar în cazul în care prismele au fost introduse în soluţie corosivă. Urmele de coroziune care au apărut în dreptul distanţierilor de tip agrafă au fost provocate de presarea puternică a agrafei de material plastic pe suprafaţa armăturii, presiune care împiedică îmbrăcarea în lapte de ciment a acesteia. Coroziunea nu a evoluat decît în dreptul fisurilor, fie că aveau sau nu distanţieri în dreptul lor.

e) Experimentări la întreprinderea de prefabricate ,,Progresul''

Ținînd seamă de rezultatele obținute în cadrul cercetărilor efectuate în institut, la întreprinderea de prefabricate ,,Progresul''-București s-au experimentat numai distanțierii tip agrafă, rondelă și cupă. Distanțierul tip clește nu a fost experimentat, întrucît în cadrul cercetărilor de laborator s-a constatat că acest distanțier, fiind confecționat din polietilenă de joasă densitate, nu este indicat pentru executarea elementelor prefabricate la confecționarea cărora se aplică un tratament termic. Distanțierul tip agrafă a fost experimentat la executarea panourilor de planșeu X_1 și X_2. Aceste panouri au dimensiuni de 2,64 × 3,50 × 0,11 m și sînt armate la partea inferioară cu o plasă de armare din oțel-beton cu diametrul de 10 mm. În figura 15 se arată armătura panoului plasată în tiparul metalic în timpul turnării betonului; se observă distanțierii de material plastic care poziționează armătura. Pe întreaga suprafață a panoului de planșeu s-au prevăzut 20—30 de distanțieri tip agrafă, căutîndu-se a se pune la 60—70 cm distanță unul de altul.

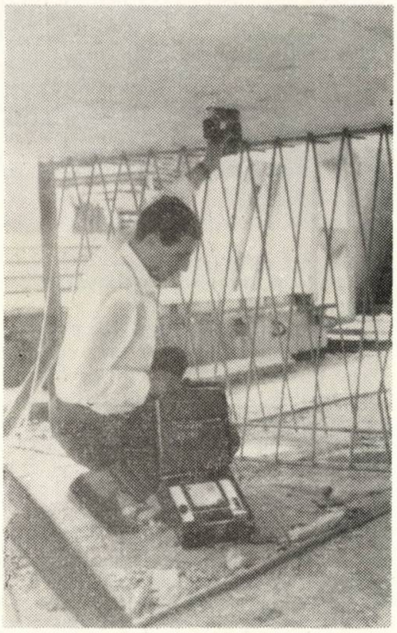


Fig. 16

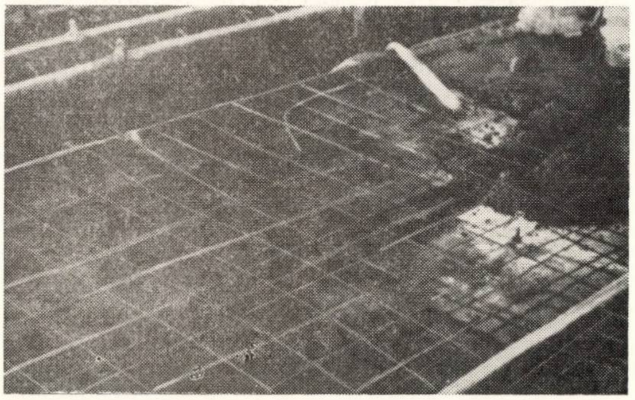


Fig. 17

S-a urmărit comportarea distanțierilor și armăturilor în timpul betonării. Betonul a fost adus cu buncăre metalice cu un conținut de circa 1 m³. La golirea buncărului, betonul a căzut pe tipar de la o înălțime de circa 50 cm. S-a constatat că în aceste condiții de golire a buncărului, distanțierii nu suferă nici o deformare, continuînd a poziționa corect plasa de armătură. După nivelarea betonului s-a efectuat vibrarea acestuia cu ajutorul unor plăci vibrante. Pentru a urmări păstrarea poziției distanțierilor s-a procedat la o dezvelire a armăturii și s-a constatat că distanțierii nu și-au schimbat poziția.

După întărirea betonului, verificarea poziționării armăturii cu distanțieri tip agrafă s-a efectuat prin intermediul unui pahometru tip E (fig. 16). Întrucît cu acest tip de aparat se verifică numai acoperirile cu beton mai mari de 3,5 cm, a fost necesară introducerea unei prisme de beton de 4×4×16 cm între palpatorii aparatului și suprafața elementului de beton. În urma acestor măsurători s-a constatat că armătura a fost corect poziționată. Distanțierii tip cupă s-au folosit la executarea grinzilor precomprimate T—18 pentru acoperiș și anume la poziționarea plasei superioare de armătură prevăzută în placa elementelor. Folosirea acestora a fost impusă de fisurarea plăcii, care apărea ca urmare a faptului că armătura nepoziționată în timpul turnării se scufunda în beton. În figura 17 se arată placa elementului prefabricat; se observă distanțierii tip cupă. La un element s-au folosit circa 20 de distanțieri.

S-a cercetat și folosirea distanțierilor tip rondelă la confecționarea jgheaburilor prefabricate (fig. 18). S-a constatat că distanțierul tip rondelă permite o introducere bună a armăturilor în lăcașul special amenajat, dar, fiind confecționat din polietilenă de joasă densitate, nu are suficientă rigiditate, ceea ce duce la deformarea lui în urma împingerilor date de armătura din jgheaburi.

IV. EXPERIMENTAREA FOLOSIRII DISTANȚIERILOR LA EXECUTAREA ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚIE DIN BETON ARMAT TURNATE MONOLIT

Pentru a obține rezultate cît mai complete referitoare la folosirea distanțierilor din masă plastică la confecționarea planșeelor, grinzilor și stîlpilor de beton armat turnate monolit s-a experimentat folosirea distanțierilor pentru poziționarea armăturii la diverse tipuri de elemente de construcție confecționate prin metode diferite.

a) Distanțieri tip agrafă

Distanțierii tip agrafă au fost experimentați la un planșeu turnat în cofraj metalic (sistem celular) la șantierul nr. 4 DGCM-CPMB, la un planșeu turnat în cofraj obișnuit din placaj, la șantierul ISCM-Brazi și la un planșeu casetat, turnat în cofraj metalic la șantierul Trustului 1 construcții-București.

Montarea distanțierilor la placa planșeelor s-a făcut cu puțin timp înainte de turnarea betonului, după ce plasa de armătură a fost ridicată cu mîna (fig. 19); la grinzi ei au fost montați pe armătură în momentul introducerii acesteia în cofraj. În toate experimentările efectuate, distanțierii au realizat poziționarea foarte corectă a armăturii. S-au montat circa 6 distanțieri pe m² placă planșeu, iar la grinzi cîte o pereche de distanțieri la circa 50 cm distanță.

La planșeul turnat în cofraj metalic (sistem celular), din cauza ritmului rapid de execuție și pentru a economisi materialul lemnos necesar confecționării podinei de circulație, deplasarea muncitorilor în timpul turnării betonului s-a făcut direct pe armătură. În acest caz, distanțierii care poziționează armătura din cîmpul plăcii se deformează numai dacă se calcă peste ei sau pe oțelul-beton din imediata lor apropiere; în cazul armăturii ridicate, distanțierii, poziționînd armătura inferioară, nu se deformează nici cînd se calcă peste armătura ridicată situată deasupra lor. Deformarea distanțierilor se face prin flambarea piciorușelor, care antrenează pierderea stabilității lor generale; după înlăturarea sarcinii care a deformat distanțierul, acesta își revine parțial, înălțimea lui micșorîndu-se cu circa 5 mm.

La șantierul ISCM-Brazi, grosimea stratului de acoperire cu beton fiind de 15 mm, iar înălțimea distanțierului tip agrafă experimentat fiind de 20 mm, pentru poziționarea corectă a armăturii plăcii a trebuit ca suportul și piciorușele distanțierului să fie micșorați cu circa 5 mm, adică pînă la membrana de rigidizare (fig. 20). În acest caz, în timpul circulației accidentale a muncitorilor peste armătura poziționată cu distanțieri tip agrafă modificați, aceștia nu s-au deformat nici chiar cînd s-a călcat direct peste ei.

Dacă la cele două șantiere menționate distanțierii tip agrafă au fost experimentați pe panourile limitate de planșeu ale unui singur nivel, la șantierul Trustului 1 construcții din București acești distanțieri au fost folosiți pentru poziționarea corectă a armăturilor planșeelor casetate la toate cele patru niveluri ale clădirii (fig. 21). Avînd în vedere grosimea mică a plăcii chesoanelor, fără folosirea acestor distanțieri planșeele nu puteau fi confecționate, întrucît nu se putea asigura poziționarea

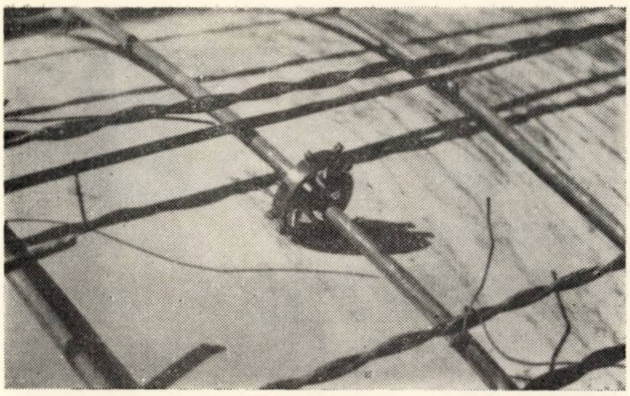


Fig. 18

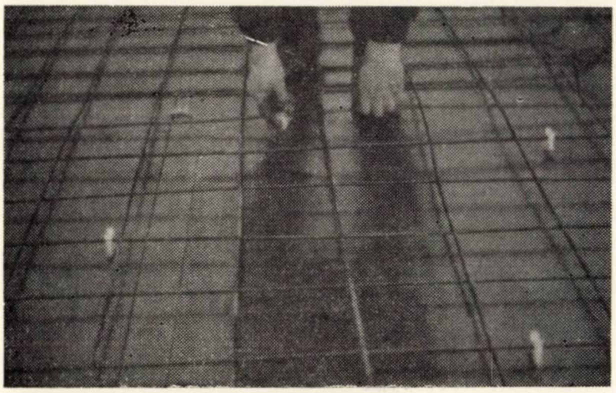


Fig. 19

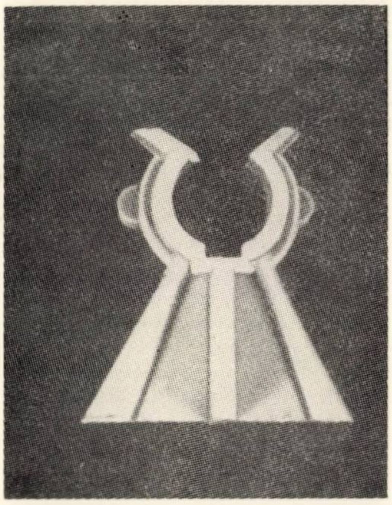
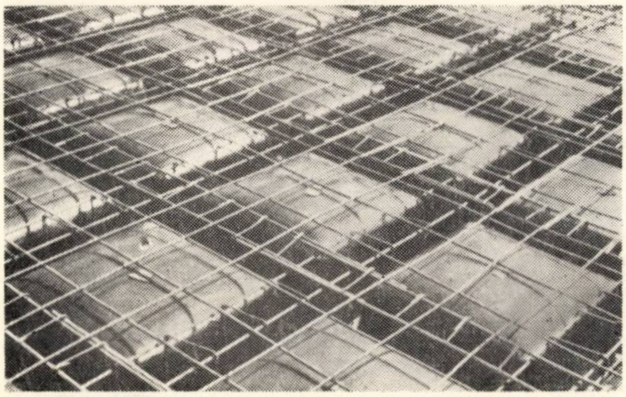


Fig. 20

Fig. 21



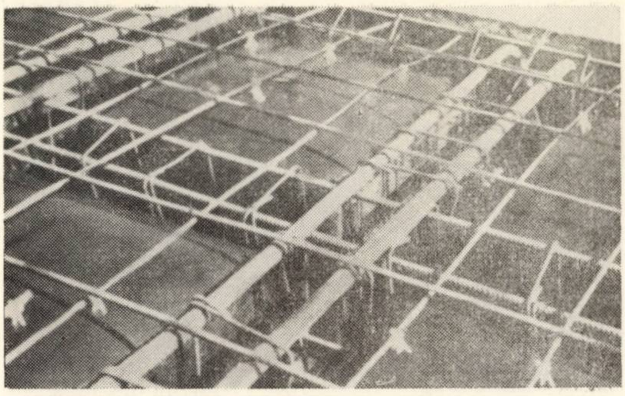


Fig. 22

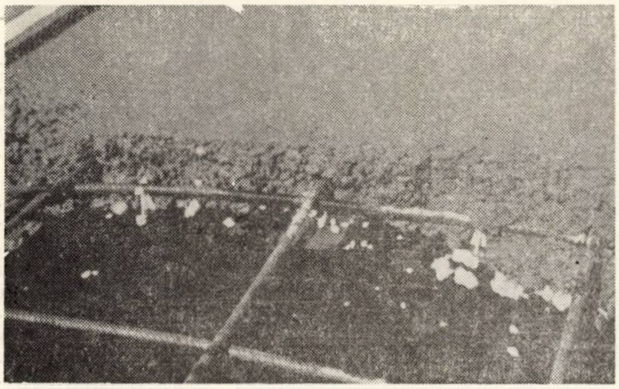


Fig. 23

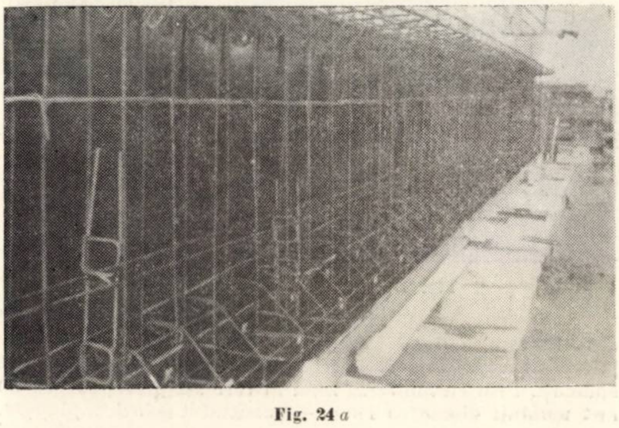
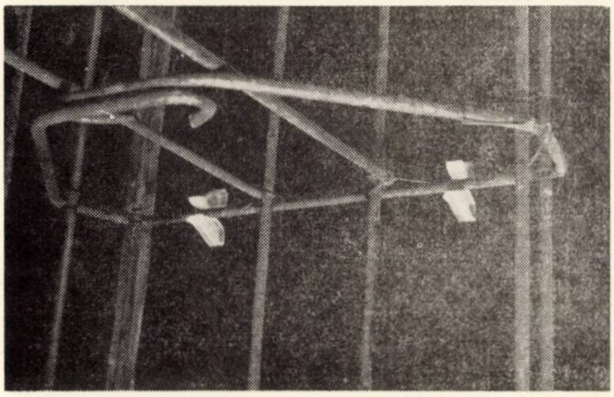


Fig. 24 *a*

Fig. 24 *b*



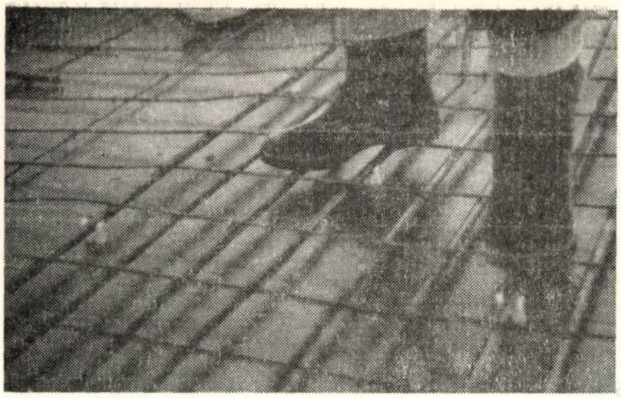


Fig. 25

corectă a armăturii faţă de cofrajul metalic. În timpul pregătirii turnării betonului, muncitorii nu trebuie să circule peste zonele unde sînt montaţi distanţierii, întrucît, din cauza formei uşor bombate a părţii superioare a cofrajului (fig. 22), în momentul cînd se calcă pe armătură în apropierea distanţierului, acesta este proiectat în afară. Dacă nu există podină de circulaţie, în timpul turnării betonului muncitorii pot circula cu atenţie peste armătura grinzilor dintre casetele planşeului — care sînt suficient de late — fără să deranjeze armătura casetelor poziţionată cu ajutorul distanţierilor.

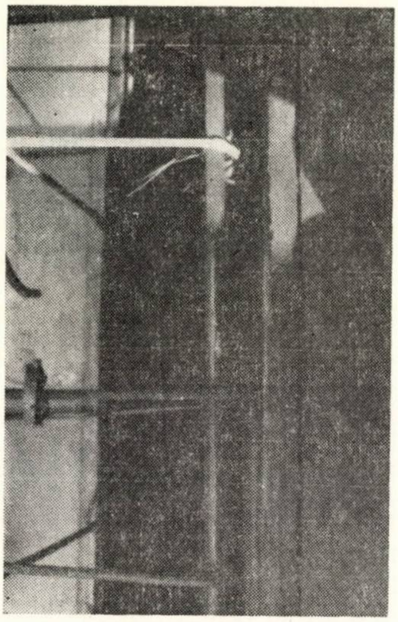


Fig. 26

În timpul turnării şi vibrării betonului, la toate planşeele experimentale distanţierii nu s-au deplasat şi nu s-au răsturnat, fiind bine fixaţi de barele de armare (fig. 23). Întrucît planşeele turnate în cofraj metalic nu se tencuiesc (rămîn finisate direct din turnare), după decofrare, examinînd atent faţa inferioară a planşeului, s-a constatat că distanţierii nu sînt aparenţi. Prin ciocănire în zona în care s-a presupus că au fost montaţi distanţierii nu s-au constatat goluri în planşeu.

Cînd distanţierii sînt folosiţi pentru poziţionarea armăturii grinzilor, ca urmare a greutăţii mari a armăturii, în unele cazuri cilindrul distanţierului s-a rupt casant într-o secţiune din apropierea piciorușului. Pentru a evita aceasta se recomandă racordarea nervurii cilindrului cu piciorușul distanţierului.

b) Distanţieri tip cleşte

Distanţierii tip cleşte au fost experimentaţi la poziţionarea armăturii grinzilor în planşeu pe şantierul ISCM-Brazi, a armăturii unei grinzi preturnate pentru calea de rulare a halei experimentale INCERC şi a armăturii plăcii unui planşeu la şantierul nr. 4 DGCM-CPMB.

Distanţierii au realizat poziţionarea corectă a armăturii grinzilor; faţă de distanţierii tip agrafă, au prezentat avantajul unei mai bune stabilităţi, însă se montează mai greu. Prin forma lor, ei nu se fixează rigid de armătura grinzii înainte de montarea acesteia în cofraj, ci trebuie să fie introduşi sub armătura grinzilor montate în cofraj, după ridicarea acesteia. Din cauza greutăţii mari a carcasei de armătură a grinzilor, a lăţimii mici a cofrajului şi în unele cazuri din cauza numărului mare de bare de armare, introducerea distanţierului pentru poziţionarea armăturii montate în cofraj se face cu foarte mare greutate (cerînd mult timp).

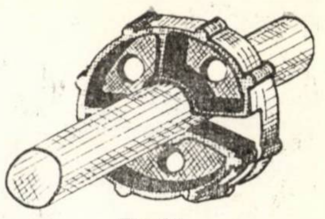


Fig. 27

Pentru a evita aceste inconveniente se recomandă ca forma distanţierului tip cleşte să fie astfel modificată încît să poată fi fixat rigid de armătura grinzii, înainte de montarea acesteia în cofraj.

La grinda preturnată (fig. 24) distanţierii s-au montat uşor, întrucît un perete lateral al cofrajului a fost fixat după poziţionarea armăturii.

Distanţierii tip cleşte folosiţi pentru poziţionarea armăturii plăcilor de planşeu nu s-au deformat nici chiar cînd s-a călcat direct peste ei (fig. 25).

După decofrare, nici un distanţier nu a fost aparent la faţa interioară a planşeului.

c) Distanţieri tip rondelă

Distanţierii tip rondelă au fost experimentaţi la poziţionarea armăturii stîlpilor la şantierul ISCM-Brazi şi şantierul nr. 4 DGCM-CPMB.

Pentru a evita crearea golurilor în beton sub distanţieri se recomandă ca aceştia să fie montaţi pe etrieri, avînd în acest caz poziţia verticală (fig. 26). În cazul cînd deschizătura distanţierului a fost situată deasupra etrierului, acesta a fost antrenat de beton în timpul turnării. Pentru a evita acest inconvenient se recomandă ca deschizătura distanţierului să nu fie radială, ci oblică şi prevăzută cu şicane ca în figura 2.

Unii din distanţieri s-au deformat în planul lor, neasigurînd acoperirea cu beton prevăzută în proiect; pentru a evita aceasta trebuie ca distanţierii să posede o rigiditate mai mare în planul lor şi în consecinţă trebuie ca în locul legăturilor radiale dintre cele două inele să fie prevăzută o diafragmă radială cu goluri circulare (fig. 27), pentru a asigura, atît continuitatea betonului, cît şi rigiditatea corespunzătoare în planul distanţierului.

După decofrarea stîlpilor, nici un distanţier nu a fost aparent.

★

Ca urmare a experimentărilor şi cercetărilor efectuate rezultă că pentru a îmbunătăţi calitatea şi capacitatea portantă a elementelor de beton armat este necesar ca poziţionarea armăturii să fie făcută cu distanţieri de material plastic.

Folosirea acestor distanţieri se face cu uşurinţă în condiţiile actuale de lucru de pe şantiere şi din fabricile de prefabricate, manopera montării lor fiind mai redusă decît a distanţierilor de beton sau metal.

Aspectul elementelor de beton realizate cu utilizarea distanţierilor de material plastic este mult superior, întrucît nu mai apar urme pe faţa interioară a elementului, de-a lungul barelor de armare. Din acest motiv, folosirea distanţierilor de material plastic este absolut necesară la elementele care nu se tencuiesc (beton aparent).

Forma distanţierilor experimentaţi trebuie corectată conform observaţiilor care rezultă din experimentările efectuate.

Preţul distanţierilor de material plastic fiind mare în raport cu preţul unui distanţier confecţionat din resturi de oţel-beton, se consideră indicat ca introducerea folosirii distanţierilor de material plastic să fie etapizată. Astfel, în prima etapă ar urma ca aceşti distanţieri să fie folosiţi numai la elementele de beton cu feţe aparente (care nu se tencuiesc) sau la cele cu grosime mică şi care necesită o foarte corectă poziţionare a armăturii, ca, de exemplu, plăcile în consolă ale grinzilor precomprimate ⊤ şi ⊤⊤, planşeele casetate etc. Preţul de cost al distanţierilor este susceptibil de a fi redus, ceea ce permite lărgirea domeniului de folosire a distanţierilor.

Cimenturi hidrofobe*

Ing. Maria Enculescu
ICMPC

I. CONSIDERAŢII TEORETICE ASUPRA CIMENTULUI HIDROFOB

Cimentul hidrofob se produce prin adăugarea — la măcinarea clincherului de ciment — a unor substanţe hidrofobe cu activitate superficială.

Numai prin această măsură, producerea cimentului hidrofob se deosebeşte de tehnologia de producere a cimenturilor obişnuite.

Cimentul hidrofob elaborat de Higherovici şi B.G. Skramtaev în 1947—1949 se produce din 1950 în U.R.S.S.

Pe baza experimentărilor, producerea acestui ciment a fost introdusă şi în alte ţări [1—20].

I.1. Adaosuri

Practic, ca adaos pentru producerea cimentului hidrofob se folosesc acizi naftenici, acizi oleici sau alţi acizi graşi superiori şi sărurile lor solubile în apă, ulei mineral oxidat sau parafină oxidată (acizi graşi sau naftenici sintetici) şi substanţe similare. Substanţele tipice hidrofobe de felul stearatului de calciu nu reacţionează chimic cu cimentul şi sînt preluate de el sub forma unor incluziuni mecanice, de aceea nu sînt indicate pentru producerea cimentului hidrofob. Acizii de gudron şi substanţele similare nu pot fi folosite, deoarece produc o puternică preluare a aerului de către mortar, greu de reglat.

Acţiunea favorabilă a adaosurilor hidrofobe se face observată chiar de la măcinarea cimentului.

Este cunoscut că umiditatea care este absorbită la măcinarea clincherului produce o aglomerare a particulelor de ciment şi aderarea lor la corpurile de măcinat, fapt care îngreunează operaţia de măcinare. Adaosurile hidrofobe împiedică asemenea fenomene. Afară de aceasta, adaosurile ridică greutatea specifică a cimentului în moară, deoarece micşorează frecarea între particulele de ciment.

Astfel, raportul dintre greutatea corpurilor de măcinat şi volumul materialului de măcinat se modifică în sens favorabil. Măcinarea clincherului se intensifică. Se poate deci produce mai mult ciment sau fineţea de măcinare să fie ridicată fără o majorare a consumului de energie electrică.

Eficacitatea adaosului hidrofob apare deosebit de pregnantă în timpul transportului şi al depozitării cimentului.

Cimentul obişnuit îşi pierde activitatea într-o proporţie mai mare sau mai mică, preluînd umiditate din mediul înconjurător. Cimentul hidrofob nu formează bulgări, de aceea nu apar pierderi de activitate hidraulică chiar la o depozitare mai îndelungată şi la o umiditate relativă a aerului mărită. Cimentul hidrofob poate fi depozitat în saci de iută chiar sub apă [1].

La o depozitare îndelungată, activitatea cimentului hidrofob, nu numai că nu scade, ci adesea creşte.

Într-un singur caz s-a observat că activitatea unui ciment hidrofob depozitat în saci de hîrtie timp de 2 1/2 ani, care a fost produs industrial, a crescut cu 70%. Cauza acestui fenomen al „autoactivării cimentului" constă în formarea specifică a filmelor hidrofobe.

Pe granulele cimentului hidrofob se formează un strat de soluţie chimică foarte departe de starea de saturaţie, în formă de mozaic. Acest strat, care are o construcţie cu aspect de reţea, serveşte ca înveliş de protecţie care apără cimentul de avariile depozitării (filmul hidrofob este distrus uşor la amestecarea cimentului cu apă şi agregate).

I.2. Acţiunea plastifiantă a adaosurilor

Adaosurile hidrofobe, care se introduc în ciment la măcinare (sau o dată cu apa în malaxorul de beton şi mortar), acţionează ca plastifiant asupra amestecului de beton şi mortar. Factorul a/c este redus cu 9—12% în betoanele slabe şi cu 15—25% în mortarele slabe.

Deoarece prin folosirea adaosurilor se introduce aer, unii autori au ajuns la concepţia — caracterizată de Higherovici ca o eroare — că bulele de aer incluse ar fi cauza principală a acţiunii plastifiante a acestor substanţe asupra amestecurilor de beton sau mortar; volumul total al pastei de ciment creşte la mărirea conţinutului de apă şi ca urmare şi plasticitatea cimentului se îmbunătăţeşte.

Cercetările au arătat că cimentul hidrofob cu adaos de acizi naftenici sau oleici provoacă un aspect de plastifiere chiar şi în amestecurile de beton şi mortar proaspăt preparate, care practic nu conţin aer introdus suplimentar.

Plasticitatea mărită a amestecurilor la folosirea cimentului hidrofob se înţelege, în principal, prin acţiunea de absorbţie-ungere condiţionată de structura în strat a filmelor subţiri orientate (fig. 1) [1].

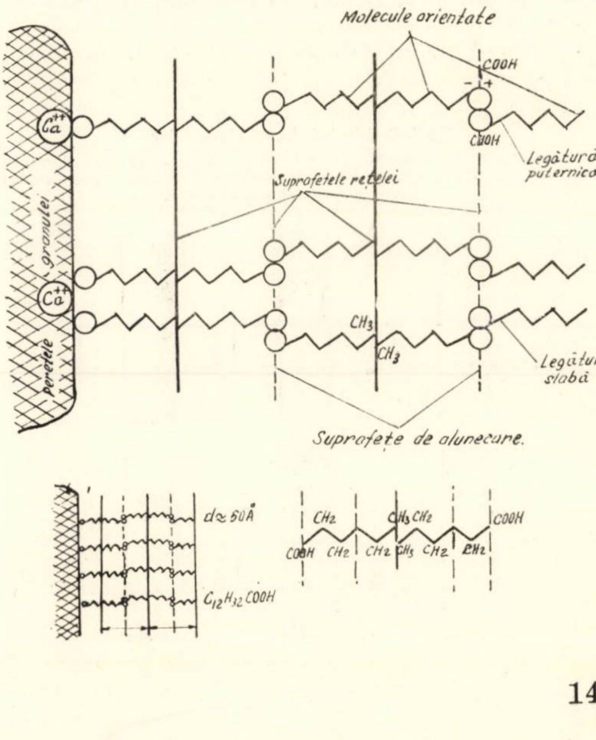
Grupele polar active ale substanţelor hidrofobe posedă o tendinţă spre asociere, între ele acţionînd forţe de legătură puternice. Lanţurile de hidrocarburi ale moleculelor posedă un cîmp slab de forţă.

Din aceste motive, suprafeţele formate din grupele de metil sînt suprafeţe de alunecare. Alunecarea se efectuează sub influenţa eforturilor tangenţiale care acţionează dinafară pe aceste suprafeţe.

Amestecul de beton sau mortar este expus, pe timpul producerii şi prelucrării, influenţei acţiunilor mecanice exterioare, cînd se produce o deplasare a particulelor în interiorul amestecului.

Pasta de ciment hidrofob aflată în strat subţire între suprafeţele corpurilor solide (nisip, pietriş, zgură, pereţi, paletele malaxorului, pereţii conductelor tubulare etc.) se găseşte în mişcare relativă. Cîmpul de forţă intensiv al mineralelor din clincher şi al substanţelor ai căror ioni de calciu sînt absorbiţi au fost parţial neutralizaţi pe timpul unei scurte perioade (pînă la începerea procesului de priză) şi completat prin cîmpul mai slab al grupelor de metil care formează capetele radicalilor de hidrocarburi. De aceea, frecarea provocată de forţa de atracţie moleculară este mult scăzută. Forţele constituite din molecule orientate pot luneca

Fig. 1. Structura în strat a filmelor subţiri orientate



---

* Comunicare la a 13-a Sesiune ştiinţifică a Institutului politehnic din Timişoara, mai 1968.

una pe cealaltă și opune rezistență la deformații în toate celelalte direcții. Astfel, incluziunile de aer nu sînt o premisă obligatorie pentru mărirea plasticității cimenturilor hidrofobe.

Aptitudinea plastifiantă a pastei de ciment hidrofob apare cu atît mai mult în evidență, cu cît stratul dintre suprafețele particulelor solide ale agregatelor este mai subțire.

În cadrul unor faze tehnologice de preparare a betonului este necesară o plasticitate mărită. Cînd amestecul de beton (mortar) se găsește în repaus, acțiunea slabă de coagulare pe care o exercită lanțurile hidrocarburilor din adaosurile hidrofobe favorizează o mărire a vîscozității plastice a amestecului. La încercările de laborator și verificările de exploatare o asemenea acțiune este utilă, căci prin aceasta se slăbesc procesele de sedimentare, adică se limitează segregarea.

I.3. Influența proprietăților betonului

Absorbția de apă a cimenturilor hidrofobe este redusă cu 15 — 30%, permeabilitatea la apă a betoanelor scade, eflorescențele sînt aproape complet împiedicate.

Rezistența la îngheț a betoanelor se mărește chiar la o scădere a consumului de ciment cu 7—12%; betoanele hidrofobe nu prezintă semne de distrugere nici după 1 217 cicluri de gelivitate, în timp ce betoanele normale rezistă în total numai la 300 de cicluri (fig. 2) [1], fapt explicabil prin efectul substanțelor superficial-active care introduc aer (care blochează capilarele); betonul preia apă în proporție mai redusă și apa are posibilitatea să se dilate la înghețare, fără să dea naștere la tensiuni mecanice.

Se admite însă că una dintre cauzele influenței favorabile a adaosurilor asupra comportării cimenturilor față de apă și îngheț este omogenizarea amestecului de mortar (deoarece ea produce o mai bună prelucrabilitate a materialului).

Cu cît particulele materialului sînt mai mici, cu atît mai mici sînt spațiile libere dintre particule. Prin micșorarea secțiunii transversale a porilor este mult îngreunată pătrunderea umidității. Orientarea straturilor de apă subțiri pe suprafețele solide capătă o mai mare importanță.

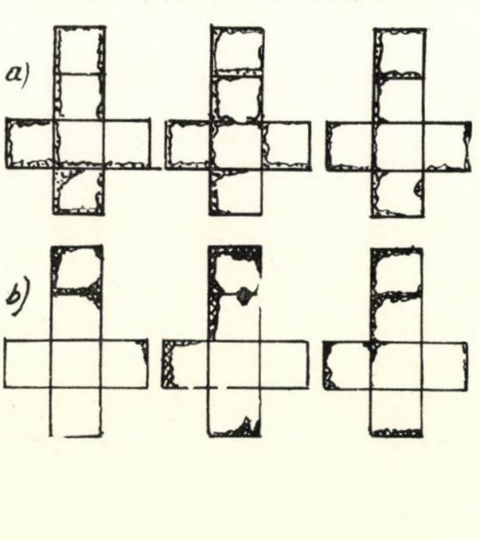
În sistemele hidrofobe, reacțiile fizico-chimice cu mediul înconjurător se desfășoară încet, efect favorabil asupra durabilității betonului.

Higherovici arată că betonul cu ciment hidrofob, în afara considerațiilor teoretice, se bazează pe date obținute experimental și confirmate prin comportarea materialelor foarte vechi, la prepararea cărora au fost folosite adaosuri organice hidrofobe. De exemplu, sînt construcții vechi de mai multe secole la ridicarea cărora s-au folosit betoane cu adaosuri de lapte coagulat, sînge coagulat, semințe de in, gălbenuș, extract din coajă de copac și alte substanțe [1] și [2].

Creșterea rezistenței se dezvoltă la cimenturile hidrofobe absolut normal (cum rezultă din cercetările de peste zece ani). De asemenea, proprietățile fizico-chimice ale cimenturilor (aderența cu armătura și blocurile, rezistența la eroziune și la uzură etc.) se îmbunătățesc prin introducerea adaosurilor hidrofobe [1].

Fig. 2. Rezistența la îngheț a betoanelor

a. cimentul normal după 300 de cicluri de îngheț-dezghet, a/c = 0,55, consum ciment 365 kg/m^3; *b*. ciment hidrofob după 1217 cicluri îngheț-dezghet, a/c = 0,55, consum ciment 326 kg/m^3



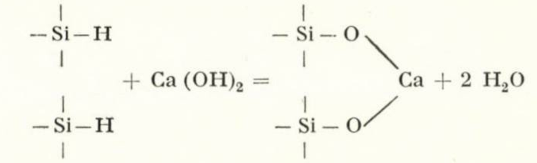
Pe baza cercetărilor lui Higherovici, în 1958—1959 s-a aplicat un înveliș de beton de 60 000 m^2 pe bulevardul Lenin din Moscova. Cimentul a fost din clincher fără aluminat, cu 5—7% zgură de furnal și cu adaos de 0,2% săpun naftenic cu activitate superficială. Aceste acoperiri s-au dovedit mult mai durabile decît cele de beton normal, care au prezentat avarii chiar după prima iarnă.

În ultimii ani au fost făcute cercetări pentru găsirea unor noi substanțe care să poată fi folosite ca adaosuri pentru hidrofobizarea și plastifierea cimentului.

Cercetările s-au concentrat asupra petrolatumului oxidat și a acizilor grași sintetici de diferite fracțiuni (C_7-C_9, $C_{10}-C_{16}$, $C_{17}-C_{20}$), folosind un clincher alitic. S-au constatat : îmbunătățirea calității cimentului în privința pierderilor de activitate, îmbunătățirea plasticității betonului, scăderea necesarului de apă pentru mortare și betoane, durabilitatea mai mare a construcțiilor și clădirilor, rezistența sporită la gelivitate, stabilitatea la solicitările de uzură mecanică, concomitent cu atacul corosiv al sărurilor clorurate [2].

S-a cercetat, de asemenea, procesul de hidrofobizare a cimentului Portland cu lichid silicoorganic (polietilen siloxanic).

Activizarea constă în hidratarea neînsemnată a suprafeței particulelor de clincher și în separarea unor mici cantități de Ca(OH)$_2$, care intră în reacție cu lichidul silicoorganic



Reacția asigură posibilitatea fixării chimice a polimerului pe suprafața cimentului măcinat. Prin adaosul de lichid silicoorganic 0,04 ; 0,08 ; 0,15% se accelerează măcinarea clincherului, suprafața specifică crește cu 280—760 cm^2/g, după 2 luni de păstrare în atmosferă saturată cu umiditate, cimenturile hidrofobizate nu pierd din activitatea hidraulică, în timp ce cimenturile nehidrofobizate pierd 50% din activitatea lor [3] și [4].

De asemenea, s-a cercetat proprietatea acizilor-limită grași de a se adsorbi pe cimentul alb, pentru a stabili influența proprietăților de absorbție ale cimentului Portland asupra intensificării procesului de măcinare prin intermediul substanțelor tensioactive.

S-a efectuat studiul sorbției relative a acizilor-limită monobazici pe cimentul Portland alb, pentru fiecare acid gras. S-au trasat izotermele de sorbție ale acizilor-limită monobazici de la C_1 pînă la C_6 (formic, acetic, propideic, oleic, valerianic, caponic). S-a constatat că sorbția acizilor-limită monobazici crește o dată cu reducerea lanțului : suprafețele specifice ale cimenturilor cu acizi-limită monobazici absorbiți sînt de 4—5 ori mai mari decît cele ale cimentului înainte de sorbție.

Creșterea suprafeței specifice a cimentului alb cu acizi grași-limită adsorbiți se explică prin atacarea granulelor de ciment cu acizi și prin apariția unei faze noi — săruri de calciu ale acizilor-limită grași monobazici — fenomen confirmat prin cercetări petrografice.

Studiul proceselor de sorbție a acidului oleic pe minerale pure de clincher a arătat că silicatul tricalcic are proprietate de sorbție mai bună decît restul de minerale ale clincherului. Mai slab decît silicatul tricalcic adsoarbe acizi-limită grași C_3A, apoi C_4AF și C_2S. Acest fenomen se explică prin conținutul variat de ioni Ca^{++} în mineralele de clincher. În mineralele unde ionii Ca^{++} sînt mai mulți, procesele de sorbție decurg mai activ. Măcinarea cimenturilor cu acizi-limită monobazici a arătat că intensificarea procesului de măcinare crește o dată cu lungimea lanțului de acid [5], [6].

Literatura spaniolă indică posibilitatea obținerii în fază de laborator a cimenturilor Portland și alb hidrofob folosind ca substanță hidrofobă acid oleic de la 0,02 la 0,4%. Cercetările demonstrează că aditivul micșorează timpul de măcinare pentru a se obține o finețe determinată. Adaosul mărește gradul de alb.

Proprietățile fizice, ca priza și expansiunea în autoclavă, rămîn invariabile.

Rezistențele descresc cu mărirea aditivului, dar după un an păstrează aproximativ aceeași proporționalitate ca la încercările cimentului fără acid oleic [7].

Literatura cehoslovacă arată rezultatele cercetărilor de laborator cu cimenturi hidrofobe folosind opt substanțe hidrofobe rezultate din industria alimentară [8].

În literatura italiană se arată necesitatea de a produce ciment care să nu sufere la acțiunea dăunătoare a umidității, în special în țările unde exportul cimentului este mult dezvoltat [9].

În colaborare cu Laboratorul central de la Unione cementi Marchino, SIPEA a experimentat un aditiv chimic denumit ..AL" (brevet italian), care a determinat un grad mai mare de activitate. În figurile 3 și 4 se arată unele rezultate obținute cu „AL".

După o comunicare a lui Nurse, s-au folosit ca agenți hidrofobizanți : ulei saponificat, acid oleic și clorhidrat de betaină [11], [16].

Building research station [11], făcînd unele probe de control asupra eficacității unor constituenți, a demonstrat că numai acizii grași (oleic, lauric sau stearic) și pentaclorfenolul au proprietăți hidrofobe foarte clare, în timp ce clorhidratul de betaină este ineficace în acest scop, dar este un adaos bun la măcinare.

Englezii au pus la punct fabricarea unui aditiv pentru hidrolizarea cimentului, aditiv introdus pe piața europeană sub denumirea de ,,Pectacrete hidrofobic cement", și au furnizat societății SIPEA din Torino o oarecare cantitate din acesta, ale cărui rezultate s-au dovedit reproductibile [12].

Lucrările de laborator efectuate în Institutul din Dessau privind cimenturile hidrofobizante cu oleină 0,1 % confirmă datele obținute de cercetătorii din alte țări [13], [14], [15].

II. CERCETAREA CIMENTURILOR HIDROFOBE IN ȚARA NOASTRĂ

Suprafețele superficial — active pot fi împărțite în două grupe :

— substanțe tipic hidrofobizante, ca : săpunul naftenic, săpunul asidolnaftenic, acidul oleic etc., care produc cimenturi puternic hidrofobe ;

— substanțe de felul rășinii, ligninei tehnice, care măresc aptitudinea la măcinare, dar au un efect hidrofobizant mai redus [1 — 16].

Pentru studiu au fost alese produsele din prima grupă : acizi naftenici, acid oleic, reziduuri de la distilarea acizilor grași din parafină [17, 18, 19, 20, 21].

Caracteristicile acestor substanțe sînt redate în tabela 1.

Tabela 1

Caracteristicile adaosurilor superficial-active acide

Substanța	Apa %	Cifra acidității	Nesaponificabile %	Cenușă %
Acizi naftenici	2,75	155—159	17	—
Acid oleic	0,4	187—190	6,2	—
Reziduuri de la distilarea acizilor grași	0,0	83,48	13,98	0,91
Colofoniu oxidat	5,32	153,5—155	24,7	0,46

Caracteristicile săpunului de acizi naftenici preparat la institut, în comparație cu cel fabricat după Gost 3853, sînt redate în tabela 2.

Proporția de adaosuri hidrofobe în cimenturi a fost următoarea :

— acizi și săpun naftenic : 0,12, 0,20 și 0,50 % ;

— colofoniu oxidat și săpun de colofoniu : 0,12, 0,20, 0,30, 0,40 % ;

— acid oleic : 0,06 ; 0,12 ; 0,08 ; 0,20 % ;

— reziduuri de acizi grași : 0,06, 0,12, 0,20, 0,30 %.

II.1. Prepararea cimenturilor hidrofobe

S-au preparat următoarele cimenturi :

— cimenturile etalon (fără adaosuri de hidrofobizanți) Portland și metalurgic s-au obținut din măcinarea clincherului curat, respectiv cu adaos de 30 % zgură granulată, în ambele cazuri cu 3,5 % gips ;

— cimenturile hidrofobe corespunzătoare celor două tipuri au fost preparate prin măcinarea clincherului Portland fără zgură, respectiv cu adaos de 30 % zgură, cu proporțiile indicate mai sus din substanțele hidrofobe și cu 3,5 % gips.

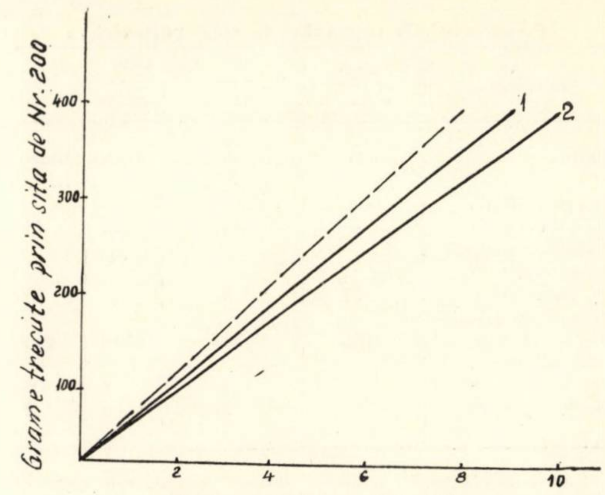


Fig. 3. *1.* cu aditiv ; *2.* fără aditiv

II.2. Măcinările cimenturilor

Măcinările cimenturilor etalon și hidrofobe cu produse naftenice și cu colofoniu s-au executat în moara de laborator

Fig. 4. *1.* Portland t. q. etalon ; *2.* „PL" cu 0,15% „Al"; *3.* A.F.tq. : *4.* „PL" AF cu 15% „Al"

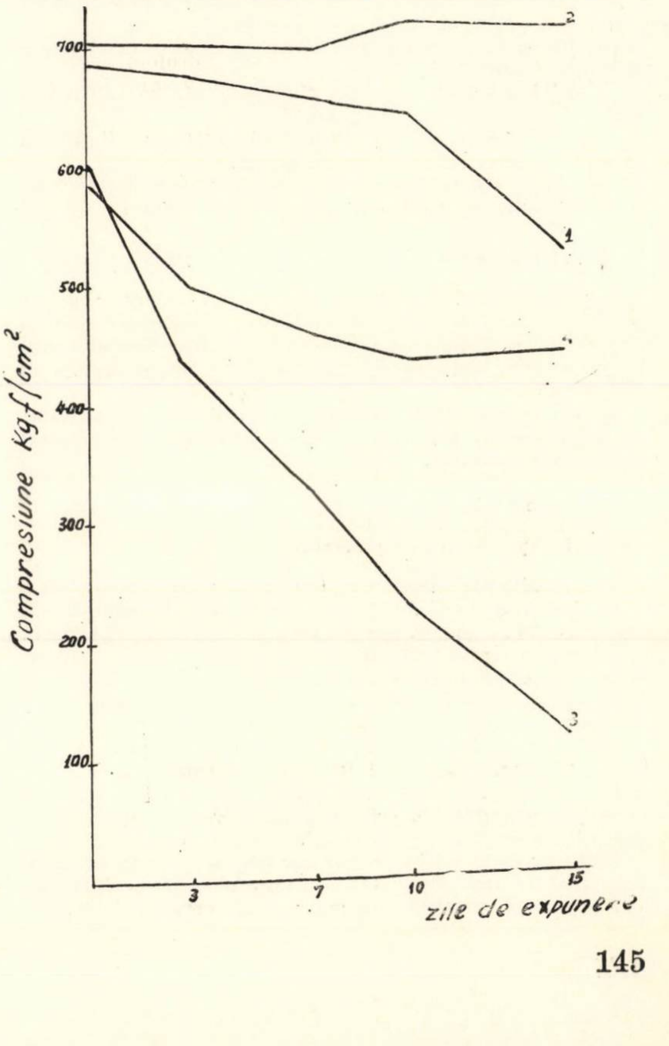


Tabela 2

Caracteristicile săpunului de acizi naftenici

Caracteristica	Săpun de acizi naftenici	Gost 3 853		
		Col. I.	Col. II	Col. III
Culoarea	maro	maro deschis	maro	maro închis
Acizi petroliferi, % min	—	43	43	43
Substanțe nesaponificabile, % max	17	9	13	15
Indice de aciditate, mg KOH min	155	220	210	190
Săruri minerale, % max	—	4	4	6
Cloruri, % max	—	2	2	2

de 14,0 l capacitate. La fiecare ciment, măcinarea grosieră s-a făcut cu bile pînă la 30—40% R/900 și apoi s-a continuat măcinarea cu biconuri.

Cimenturile Portland hidrofobe cu acid oleic au fost măcinate într-o altă moară de laborator, similară cu prima, la care s-a măcinat și un ciment Portland ca etalon pentru aceste cimenturi.

II.3. Adaosul substanțelor hidrofobe

Adaosul substanțelor hidrofobe în moară s-a făcut astfel:

— acizii naftenici, acidul oleic și reziduurile de acizi grași au fost încălziți pînă la lichefiere, iar lichidul a fost picurat pe toată suprafața liberă a șarjei de clincher din moară;

— colofoniul și săpunul de colofoniu, fiind substanțe dure, au fost introduse sub formă de pulbere împreună cu clincherul;

— săpunul naftenic a fost introdus ca soluție apoasă cu densitatea cuprinsă între 1,1—1,2 g/cm³.

Finețea de măcinare a cimenturilor etalon a fost de circa 9% rest pe sita de 4 900 ochiuri/cm².

Din fiecare ciment hidrofob au fost preparate două loturi de fineţe diferite, și anume:

— un lot măcinat la finețea cimentului etalon: circa 9% rest pe sita de 4 900 ochiuri/cm²;

— un lot măcinat la aceeași productivitate a morii (același număr de ture) ca cimenturile etalon.

Măcinările cimenturilor hidrofobe la ambele fineţe s-au făcut în aceleași condiții ca și pentru cele etalon.

II.4. Conservarea cimenturilor

După măcinare, o cantitate din diferite cimenturi a fost păstrată în saci de hîrtie, în laborator, o perioadă de circa 7 zile, în care timp au fost făcute încercările. Restul cantităților au fost conservate în saci de hîrtie într-o cameră cu aer umed.

Durata de conservare a fost de o lună, întrucît s-a constatat că după această perioadă cimentul Portland fără adaosuri hidrofobe s-a întărit.

II.5. Rezultate

II.5.1. Aptitudinea la măcinare

Din rezultatele indicate în tabela 3 rezultă următoarele:

a) *Cimentul Portland* etalon măcinat la 9% ochiuri/cm², respectiv 2 910 cm²/g, are o productivitate de 24,6 kg/h.

Adaosurile de 0,12 și 0,20% acizi naftenici și săpun naftenic la aceeași productivitate a morii nu îmbunătățesc finețea de măcinare; suprafața specifică variază între 2 840 și 2 985 cm²/g.

Colofoniul, în aceleași proporții cu acizii naftenici, la aceeași productivitate, mărește finețea de măcinare la 3 160—3 470 cm²/g (peste 2,6—3,2%). Adaosurile de 0,3 și 0,4% colofoniu și săpun de colofoniu nu măresc finețea, avînd aceeași valoare ca a etalonului.

Reziduurile de acizi grași măresc productivitatea de măcinare pînă la circa 90%, la același rest pe 4 900 ochiuri/cm², dar suprafața specifică este mai scăzută cu circa 20%.

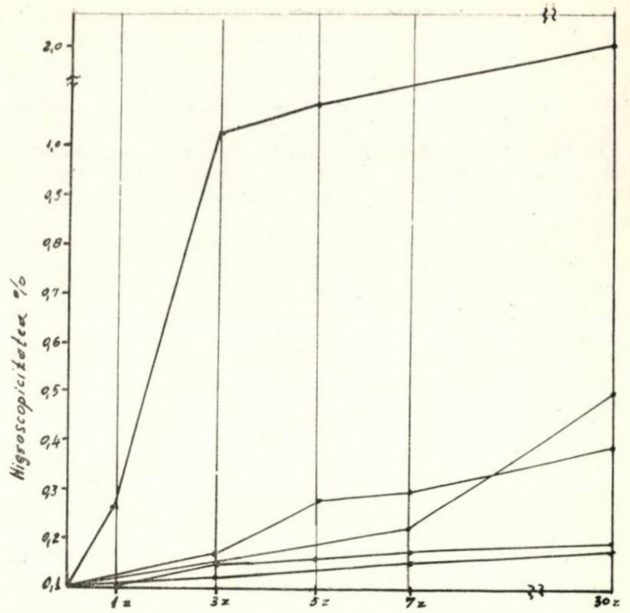


Fig. 5. Higroscopicitatea cimenturilor hidrofobe

1. ciment Portland nehidrofob etalon tab. 4 nr. 1; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% acizi naftenici tab. 4 nr. 3; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% acizi naftenici tab. 4 nr. 4; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun naftenic tab. 4 nr. 5; *5.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun naftenic tab. 4 nr. 6

Acidul oleic în proporție de 0,06 și 0,08% mărește finețea de măcinare la 3 400 cm²/g (R = 1,2—2,2%), față de etalonul corespunzător 3 140 cm²/g (R = 6,1%).

Se constată că cimenturile din seriile măcinate la R = 9% pe 4 900 ochiuri/cm² au productivitatea măcinării (30—44 kg/h) crescută cu 30—90% față de cea a cimentului Portland fără adaosuri (24,6 kg/h), dar cu suprafața specifică mai mică cu 10—20%.

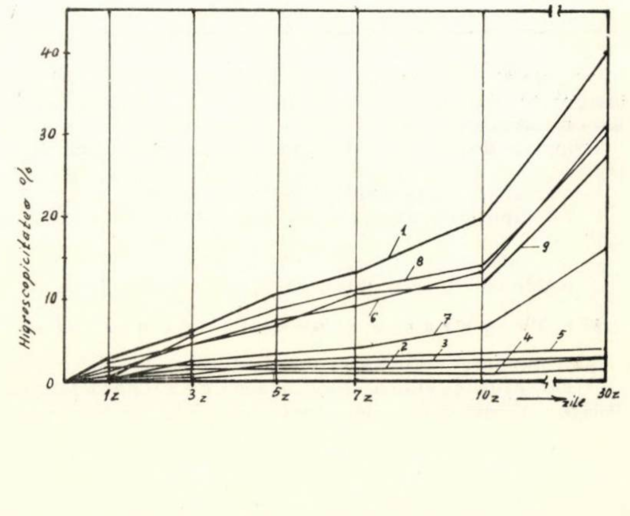
Adaosul de acid oleic mărește, atît finețea de măcinare (cu circa 10%), cît și productivitatea morii (cu circa 20%), constituind un bun adaos de măcinare.

b) *Cimentul metalurgic* are productivitatea de măcinare 24,8 kg/h și suprafața specifică 3 110 cm²/g.

Cimenturile metalurgice hidrofobe, la aceeași productivitate, au în genere suprafețe specifice mai scăzute 2 850—2 990 cm²/g (rest 1,4—6,2%), cu excepția celor cu 0,12%

Fig. 6. Higroscopicitatea cimenturilor Portland hidrofobe

1. ciment Portland etalon nehidrofob tab. 4; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% acizi naftenici; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% acizi naftenici; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun naftenic; *5.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun naftenic; *6.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% colofoniu; *7.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% colofoniu; *8.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun de colofoniu; *9.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun de colofoniu



acizi naftenici și celor cu săpun de colofoniu, ale căror suprafețe sînt mai crescute : 3 210–3 450 cm²/g (rest 3,8–6,6 %).

Cimenturile metalurgice (măcinate la același rest de circa 9 %) dau o productivitate a măcinării (28–30 kg/h) mărită cu circa 25 % față de cea a cimentului fără adaos (24,8 kg/h), dar cu suprafața specifică scăzută (2 600–2 800 cm²/g), în medie, cu 7 % față de cea a etalonului (3 100 cm²/g).

Reziduurile de acizi grași măresc mult productivitatea morii, dar cimenturile obținute au o suprafață specifică mai redusă. Acidul oleic mărește aptitudinea de măcinare a cimentului Portland.

II.5.2. Comportarea la conservare a cimenturilor

După o lună de conservare a cimenturilor Portland cu și fără adaosuri hidrofobe în saci de hîrtie în aer umed s-a constatat că cimentul Portland fără adaosuri hidrofobe s-a alterat, formînd bulgări.

Cimenturile hidrofobe s-au hidratat într-o măsură mult mai redusă.

II.5.3. Hidrofobicitatea

Determinările efectuate prin ambele metode (pe strat și prin agitare) sînt indicate în tabela 4.

Caracterizările cimenturilor după hidrofobicitate au fost făcute după timpul necesar ca cimentul să se amestece cu apa. Din examinarea rezultatelor rezultă că acidul și săpunul naftenic, acidul oleic și reziduurile de acizi grași au o acțiune puternic hidrofobizantă, în timp ce colofoniul și săpunul de colofoniu au o acțiune slab hidrofobă.

II.5.4. Higroscopicitatea

Din datele cuprinse în tabela 4 și în figurile 5–9 se constată următoarele :

a) *Cimenturi proaspete.* Absorbția apei la conservarea în aer umed (W = 100 %) la toate cimenturile etalon și hidrofobe crește mult în primele 7–10 zile.

Higroscopicitatea scade cu creșterea proporției de adaosuri hidrofobe. Între acțiunea hidrofobizantă a adaosurilor acide și a săpunurilor respective nu apare o diferență sensibilă.

b) *Cimenturi conservate 30 de zile în aer umed.* Cimenturile Portland conservate în aer umed absorb mai puțină umiditate

Tabela 3

Cimenturi hidrofobe. Aptitudinea la măcinare

Felul cimentului și al adaosului în %	Suprafața specifică (cm²/g)	La sfîrșitul măcinării cu bile					La măcinarea cu biconuri		
		Nr. total de ture cu bile	Reziduul însumat pe sita de ... mm			Productivitatea (kg/h)	Nr. total de ture cu bile și biconuri	Reziduu pe sita de 0,08	Productivitatea (kg/h)
			0,5	0,2	0,088				
Ciment Portland									
C.P. + 0,12 acid naftenic	2 710	1 000	0	19,0	32,2	47,0	1 450	9,8	32,4
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 530	,,	0	12,0	38,0	47,0	1 400	8,6	33,6
C.P. + 0,12 săpun naftenic	2 510	,,	0	23,9	36,0	47,0	1 400	9,9	33,6
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 520	,,	0	19,4	43,4	47,0	1 400	9,4	33,6
C.P. + 0,12 colofoniu	2 640	,,	0	15,8	40,6	47,0	1 450	8,6	32,4
C.P. + 0,20 ,,	2 700	,,	0	14,0	39,8	47,0	1 450	9,0	32,4
C.P. + 0,12 săpun de colofoniu	2 740	1 100	0	17,5	41,1	42,7	1 550	8,8	30,2
C.P. + 0,20 ,, ,, ,,	2 750	1 100	0	16,9	40,9	42,7	1 550	9,6	30,2
Ciment metalurgic									
C. met. + 0,12 acid naftenic	2 810	1 000	0	12,0	38,9	14,7	1 450	9,4	30,8
C. met. + 0,20 ,, ,,	2 810	1 000	0	11,4	38,4	14,7	1 450	9,0	30,8
C. met. + 0,12 săpun naftenic	2 680	1 000	0	13,0	39,1	14,7	1 450	9,2	30,8
C. met. + 0,20 ,, ,,	2 610	1 000	0	14,40	40,0	14,7	1 450	8,6	30,8
C. met. + 0,12 colofonoiu	2 740	1 000	0	11,4	33,8	14,7	1 450	9,8	30,8
C. met. + 0,20 ,,	2 770	1 000	0	13,4	38,4	14,7	1 450	9,0	30,8
C. met. + 0,12 săpun de colofoniu	2 730	1 000	0	17,0	42,4	14,7	1 550	8,5	28,8
C. met. + 0,20 ,, ,, ,,	2 880	1 000	0	15,0	39,6	14,7	1 550	8,8	28,8
Ciment Portland									
C.P. + 0,06 reziduuri	2 900	840	0		38,0		1 470	9,0	31,6
C.P. + 0,12 ,,	2 400	630			40,0		1 050	9,5	44,7
C.P. + 0,20 ,,	2 329	630			40,0		1 050	8,0	44,7
C.P. + 0,30 ,,	2 300	630			39,0		1 050	9,0	44,7
Ciment Portland	2 910	1 150	0	8,4	41,4	40,8	1 900	9,0	24,6
C.P. + 0,12 acid naftenic	2 840	,,	0	15,1	40,61	,,	,,	2,75	,,
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 910	,,	0	10,0	34,7	,,	,,	4,8	,,
C.P. + 0,12 săpun naftenic	2 940	,,	0	11,5	40,0	,,	,,	4,2	,,
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 985	,,	0	12,6	38,0	,,	,,	2,8	,,
C.P. + 0,12 colofoniu	3 160	,,	0	13,4	33,56	,,	,,	2,6	,,
C.P. + 0,20 ,,	3 470	,,	0	12,4	36,8	,,	,,	2,4	,,
C.P. + 0,12 săpun de colofoniu	2 960	,,	0	18,5	41,88	,,	,,	4,2	,,
C.P. + 0,20 ,, ,, ,,	2 960	,,	0	18,5	41,56	,,	,,	3,4	,,
Ciment Portland	3 140	2 000	0,2	8,8	37,2	24,7	3 000	6,1	16,2
C.P. + 0,06 % oleină	3 470	,,	0,1	15,2	31,0	24,7	2 500	1,2	19,5
C.P. + 0,08 % ,,	3 420	,,	0,3	1,7	33,6	24,7	2 500	1,6	19,5
Ciment metalurgic	3 110	1 200	0	10,0	37,0	37,3	1 800	9,4	24,8
C. met. + 0,12 acid naftenic	3 210	,,	0	13,5	32,2	,,	,,	3,8	,,
C. met. + 0,20 % ,, ,,	2 990	,,	0	14,0	32,5	,,	,,	3,4	,,
C. met. + 0,12 % săpun naftenic	2 930	,,	0	12,3	33,7	,,	,,	5,8	,,
C. met. + 0,20 % ,, ,,	2 850	,,	0	8,9	34,0	,,	,,	6,2	,,
C. met. + 0,12 % colofoniu	2 950	,,	9	9,7	35,0	,,	,,	3,6	,,
C. met. + 0,20 % ,, ,,	2 950	,,	0	11,3	36,5	,,	,,	1,4	,,
C. met. + 0,12 % săpun de colofoniu	3 450	,,	0	12,1	30,9	,,	,,	5,4	,,
C. met. + 0,20 % ,, ,, ,,	3 250	,,	0	13,5	41,0	,,	,,	6,6	,,

Tabela 4

Cimenturi hidrofobe. Higroscopicitate

Felul cimentului și al adaosului în %	Suprafața specifică	Hidrofobicitate		Creșterea greutății însumate (în %)						
				umiditate 100%						
		proba pe strat	proba prin agitare cu apă	1 zi	3 zile	5 zile	7 zile	10 zile	30 zile	60 zile
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ciment Portland	2 910	nehidrofob	nehidrofob	2,750	6,100	10,60	13,45	—	—	—
C.P. + 0,12 acid naftenic	2 840	hidrofob	hidrofob	0,675	1,980	2,10	2,32	2,43	33,3	—
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 910	,,	,,	0,507	0,810	1,52	1,07	—	—	—
C.P. + 0,12 săpun naftenic	2 940	,,	,,	0,210	0,645	1,02	1,11	—	—	—
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 985	,,	,,	1,060	1,860	2,15	2,46	—	3,88	—
C.P. + 0,12 colofoniu	3 160	slab hidrofob	slab hidrofob	1,040	4,200	7,40	9,20	13,50	31,00	—
C.P. + 0,20 ,,	3 470	,,	,,	0,822	2,180	3,00	4,22	6,60	16,10	—
C.P. + 0,12 săpun naftenic	2 960	,,	,,	1,600	5,700	8,85	11,00	14,00	29,20	—
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 965	,,	,,	1,760	4,630	7,40	10,50	12,42	27,30	—
Ciment Portland										
C.P. + 0.12 acid naftenic	2 710	hidrofob	hidrofob	0,630	0,870	2,30	3,40	3,60	6,00	—
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 530	,,	,,	0,208	0,520	0,80	1,00	1,36	5,30	—
C.P. + 0,12 săpun naftenic	2 510	,,	,,	0,850	2,500	3,00	3,60	4,35	10,00	—
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 520	,,	,,	0,342	0,610	0,80	0,90	10,01	3,30	—
C.P. + 0,12 colofoniu	2 640	slab hidrofob	slab hidrofob	0,474	1,330	2,00	2,75	3,88	14,50	—
C.P. + 0,20 ,,	2 700	,,	,,	0,435	1,090	1,50	1,90	2,57	8,00	—
C.P. + 0,12 săpun de colofoniu	2 740	,,	,,	0,390	0,985	1,50	1,90	2,23	8,00	--
C.P. + 0,20 ,, ,, ,,	2 750	,,	,,	0,730	2,200	4,25	5,20	5,72	20,00	—
Ciment Portland										
C.P. + 0,06 reziduuri	2 900	hidrofob	hidrofob			7,20			5,95	
C.P. + 0,12 ,,	2 400	,,	,,			2,80			5,95	
C.P. + 0,20 ,,	2 329	,,	,,			4,90			11,30	
C.P. + 0,30 ,,	2 300	,,	,,			2,70			4,20	
Ciment metalurgic	3 110	nehidrofob	nehidrofob	2,960	5,420	7,15	7,70	10,60	18,50	—
C. met. + 0,12 acid naftenic	3 210	hidrofob	hidrofob	0,695	0,847	1,01	1,10	0,25	2,80	
C. met. + 0,20 ,, ,,	2 990	,,	,,	0,694	0,892	1,04	1,10	1,25	2,80	
C. met. + 0,12 săpun naftenic	2 930	,,	,,	0,525	1,710	0,75	0,80	1,10	2,60	
C. met. + 0,20 ,, ,,	2 850	,,	,,	0,930	0,710	2,80	4,00	4,50	8,40	
C. met. + 0,12 colofoniu	2 950	slab hidrofob	slab hidrofob	1,610	1,920	3,10	4,00	5,50	12,50	
C. met. + 0,20 ,,	2 950	,,	,,	1,280	1,450	2,23	2,90	4,00	6,30	
C. met. + 0,12 săpun naftenic	3 458	,,	,,	1,270	1,450	2,23	3,00	4,46	10,00	
C. met. + 0,20 ,, ,,	3 250	,,	,,	0,910	1,010	1,04	1,85	2,53	3,40	
Ciment metalurgic										
C. met. + 0,12 acid naftenic	2 810	hidrofob	hidrofob	0,380	0,700	0,80	1,03	1,16	2,20	
C. met. + 0,20 ,, ,,	2 810	,,	,,	0,227	0,400	0,55	0,58	0,60	1,00	
C. met. + 0,12 săpun naftenic	2 680	,,	,,	0,488	1,000	1,50	1,95	2,26	6,90	
C. met. + 0,20 ,, ,,	2 610	,,	,,	0,198	0,400	0,50	0,63	0,66	1,00	
C. met. + 0,12 colofoniu	2 740	slab hidrofob	slab hidrofob	0,525	1,000	1,50	2,01	2,25	0,90	
C. met. + 0,20 ,,	2 770	,,	,,	0,290	0,600	0,80	1,13	1,30	2,50	
C. met. + 0,12 săpun de colofoniu	2 730	,,	,,	0,420	0,800	1,10	1,50	1,60	4,20	
C. met. + 0,20 ,, ,, ,,	2 880	,,	,,	0,310	0,700	1,00	1,30	1,30	3,30	
Ciment Portland										
C.P. conserv. la aer umed	2 466	nehidrofob	nehidrofob			6,80			14,00	20,00
C.P. + 0,12 ,, ,,	2 000	hidrofob	hidrofob			1,13				4,90
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 000	,,	,,			1,08				4,74
C.P. + 0,12 săpun naftenic	1 700	,,	,,			0,73				4,30
C.P.+ 0,20 ,, ,,	1 895	,,	,,			1,30				1,16
C.P. + 0,12 colofoniu	2 049	slab hidrofob	slab hidrofob			0,60				0,63
C.P. + 0,20 ,,	1 887	,,	,,			0,40				1,21
C.P. + 0,12 săpun de colofoniu	2 000	,,	,,			0,78				2,15
C.P. + 0,20 ,, ,, ,,		,,	,,			1,15				2,54
Ciment Portland										
C.P. + 0,06 acid oleic	2 700	,,	,,			3,60				12,70
C.P. + 0,08 acid oleic	2 770	,,	,,			2,40				7,30
C.P. + 0,5 acid oleic	2 610	hidrofob	hidrofob			2,15				6,40

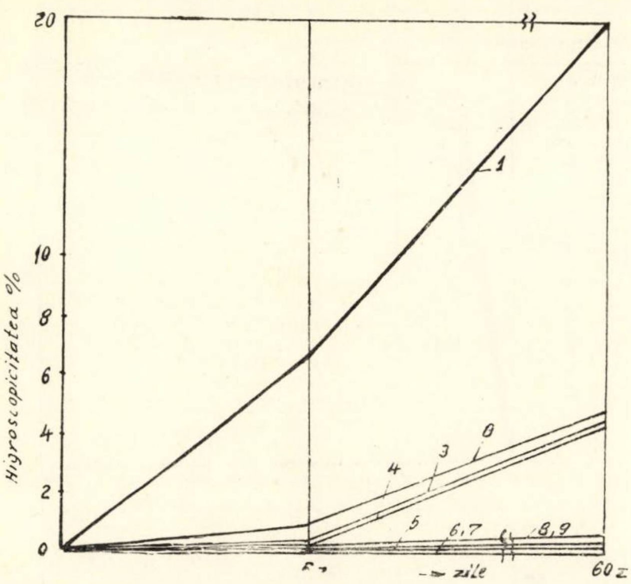


Fig. 7. Higroscopicitatea cimenturilor Portland hidrofobe conservate o lună la aer umed

1. ciment Portland etalon nehidrofob tab. 4; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% acizi naftenici; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% acizi naftenici; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun naftenic; *5.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun naftenic; *6.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% colofoniu; *7.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% colofoniu; *8.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun de colofoniu; *9.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun de colofoniu

(0,4–2,2% la 7 zile și 0,6–4,9% la 60 de zile) decît etalonul păstrat în aceleași condiții (6,8, respectiv 20%).

Absorbția de umiditate a cimenturilor conservate este mai redusă decît a celor proaspete.

II.5.5. Apa de consistență normală și priza cimenturilor

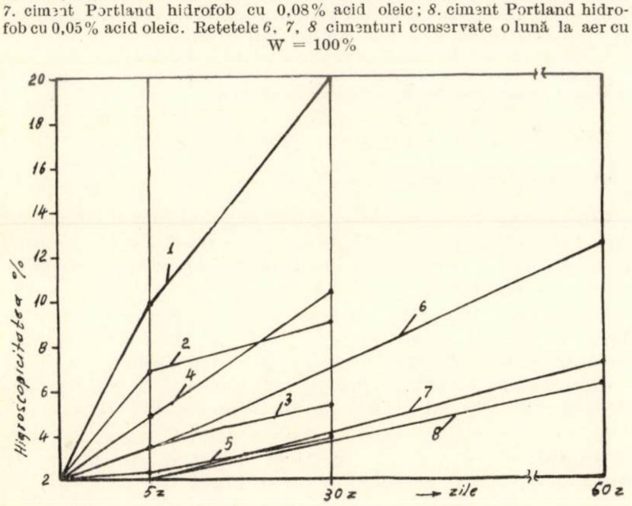
a) *Cimenturi proaspete.* Cimentul Portland etalon are apa de consistență normală 26%. Cimenturile cu adaosuri acide necesită cca 1% apă în plus, iar cele cu săpunuri 1–2% mai puțină apă. Același fenomen se remarcă și la cimenturile metalurgice.

Priza cimenturilor hidrofobe are loc în limitele normale. Adaosurile hidrofobe întîrzie începutul prizei cu cca o oră și prelungesc sfîrșitul cu 15′–2 h 15′.

b) *Cimenturi conservate 30 de zile în aer umed.* Apa de consistență normală a cimenturilor cu și fără adaosuri variază similar cu cea din cimenturile proaspete. Între apa necesară cimenturilor proaspete și celor conservate nu apare o diferență apreciabilă.

Fig. 8. Higroscopicitatea cimenturilor Portland hidrofobe

1. ciment Portland etalon nehidrofob tab. 4; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,06% reziduuri de acizi; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% reziduuri acizi; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% reziduuri acizi; 5. ciment Portland hidrofob cu 0,30% reziduuri acizi; *6* – ciment Portland hidrofob cu 0,06% acid oleic; 7. ciment Portland hidrofob cu 0,08% acid oleic; *8.* ciment Portland hidrofob cu 0,05% acid oleic. Rețetele *6, 7, 8* cimenturi conservate o lună la aer cu W = 100%



II.5.6. Constanta de volum

Constanta de volum este bună la toate cimenturile cu adaosuri hidrofobizante, cu excepția celor cu 0,3 și 0,4% colofoniu, care se sfărîmă după fierbere.

II.5.7. Rezistențele mecanice

Din rezultatele obținute, și care sînt parțial arătate în figurile 10–20, se desprind următoarele:

a) *Cimenturi proaspete*

Conservarea în apă. Rezistențele la compresiune ale cimenturilor Portland hidrofobe cresc pînă la 28 de zile în același ritm ca cele ale etalonului.

Mărcile la 28 de zile ale acestor cimenturi sînt inferioare cu 1–17% față de ale etalonului. Excepție fac:

1. cimenturile cu colofoniu, care au rezistența la 28 de zile cu 9–18% mai mare decît a cimentului Portland fără adaosuri, depășind marca 600;
2. cimenturile cu acid oleic, care au rezistențe la 28 de zile cu 10% mai mari decît etalonul respectiv;
3. cimenturile cu reziduuri de acizi grași, depășind în general, la 28 de zile, rezistențele etalonului cu 2,5–8%.

Rezistențele la fiecare termen sînt, în genere, proporționale cu finețea de măcinare.

Rezultatele la 2 și 3 luni arată creșterea continuă a rezistenței cimenturilor cu adaosuri hidrofobe.

Adaosurile de hidrofobizanți în proporții mari (0,5% acizi naftenici, 0,2% acid oleic, 0,3 și 0,4% colofoniu, 0,3% reziduuri de acizi grași) scad rezistențele la compresiune, față de cazul introducerii acestor substanțe în proporții normale.

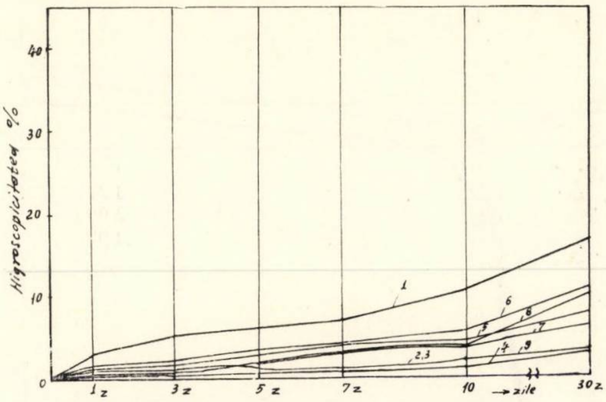


Fig. 9. Higroscopicitatea cimenturilor metalurgice hidrofobe

1. ciment metalurgic nehidrofob tab. 4; *2.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,12% acizi naftenici; *3.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% acizi naftenici; *4.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,12% săpun naftenic; *5.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% săpun naftenic; *6.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,12% colofoniu; *7.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% colofoniu; 8 – ciment metalurgic hidrofob cu 0,12% săpun de colofoniu; *9.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% săpun de colofoniu

La cimenturile metalurgice se observă o variație asemănătoare a rezistențelor ca la cimenturile Portland, cu deosebirea că marca cimenturilor hidrofobe este inferioară celei a cimentului metalurgic etalon cu 2–1,5%.

Rezistențele la tracțiune variază similar cu cele la compresiune, ritmul de creștere a rezistențelor cimenturilor hidrofobe fiind mai lent decît la cimentul etalon. La 28 de zile, rezistențele sînt mai scăzute pînă la 14% la cimenturile hidrofobe față de etalon. În seria cimenturilor hidrofobe metalurgice, la 28 de zile, rezistențele la tracțiune sînt mai mici decît ale etalonului (pînă la 12%).

Conservarea în aer. Rezistențele la compresiune ale cimenturilor Portland hidrofobe la 28 de zile sînt mai mari cu 4–41% decît ale etalonului, cele cu săpunuri fiind mai slabe. Rezultatele la 2 și 3 luni la seria măcinată, la durată constantă, arată, în general, menținerea rezistențelor față de cele de la 28 de zile.

Rezistența la tracțiune pînă la 3 luni este mai ridicată la cimenturile hidrofobe decît la etalon.

La cimenturile metalurgice hidrofobe se constată o creștere a rezistenței la 28 de zile de 11—15% pentru adaosurile acide și creșteri reduse sau chiar scăderi (11—7%) pentru adaosurile saponificate, față de etalon.

Rezistențele la termenele îndelungate (2 și 3 luni) nu sînt regulat influențate de adaosurile hidrofobe.

Conservarea în regim combinat. Cimenturile hidrofobe au rezistențe la compresiune și tracțiune mai scăzute decît ale cimentului Portland etalon, cu excepția celui cu 0,20% colofoniu și cu acid oleic, care au rezistență mai mare cu 5—13% decît a etalonului.

Rezultă că marca cimenturilor hidrofobe la 28 de zile, la conservarea cu apă și combinat, este inferioară etaloanelor, excepție făcînd cimentul cu acid oleic și cu colofoniu, care dau rezistențe superioare.

La conservarea în aer, la 28 de zile rezistențele cimenturilor hidrofobe sînt superioare celor ale etalonului, iar la termene îndelungate devin echivalente.

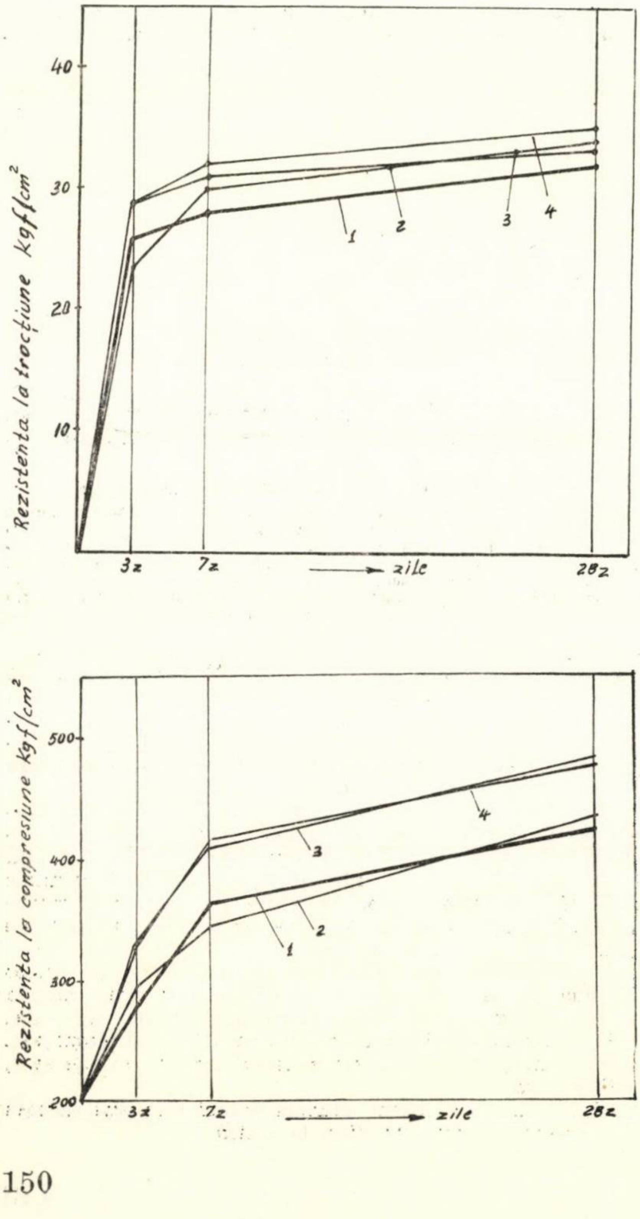
b) *Cimenturi conservate 30 de zile în atmosferă umedă*

Conservarea în apă. Rezistențele la compresiune la 28 de zile ale cimentului Portland cu adaosuri hidrofobizante sînt superioare (436—504 kgf/cm²) celor ale cimentului nehidrofobizat (430 kg/cm²) cu circa 17%. Rezistențele la tracțiune sînt similare celor ale lianților proaspeți.

În figurile 21—22 se arată unele rezultate privind rezistențele mecanice pe mortare plastice ale cimentului hidrofob, în comparație cu cele ale cimentului etalon.

Fig. 10. Rezistența la tracțiune și compresiune a cimenturilor Portland cu oleină

1. ciment Portland etalon; *2.* ciment Portland etalon; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,06% oleină; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,08% oleină



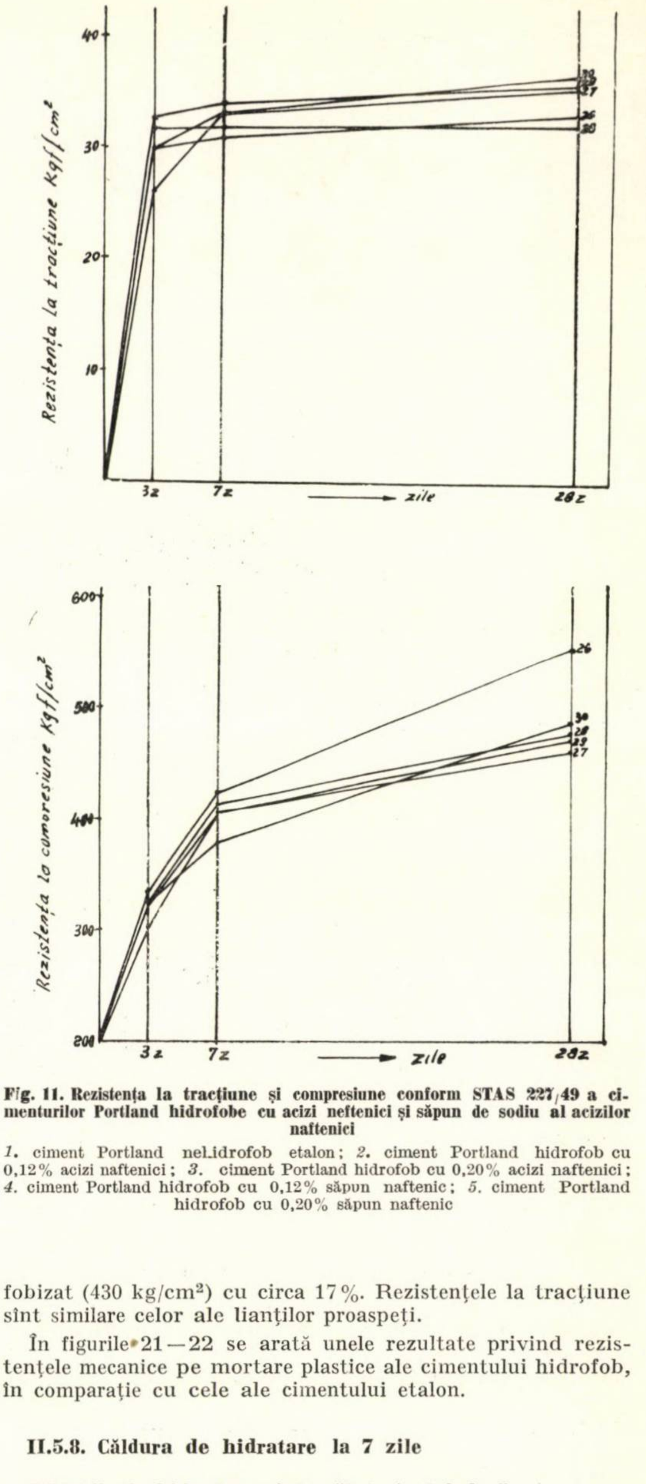


Fig. 11. Rezistența la tracțiune și compresiune conform STAS 227/49 a cimenturilor Portland hidrofobe cu acizi neftenici și săpun de sodiu al acizilor naftenici

1. ciment Portland nehidrofob etalon; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% acizi naftenici; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% acizi naftenici; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun naftenic; *5.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun naftenic

II.5.8. Căldura de hidratare la 7 zile

Căldurile de hidratare sînt arătate în tabela 5.

a) *Cimenturi proaspete*

Cimenturile Portland cu acizi naftenici au căldura de hidratare mai ridicată: 84—91 cal/g, excepțional 78 cal/g, decît a etalonului: 83 cal/g, în cazul cînd sînt măcinate la aceeași suprafață specifică.

Cimenturile hidrofobe cu reziduuri de acizi grași au căldura de hidratare mai ridicată decît a etalonului, variind între 82—100 cal/g, față de 70 cal/g pentru etalon.

Cimenturile cu colofoniu au căldura de hidratare mai scăzută: 77—80 cal/g, față de 83 cal/g pentru etalon.

În toate cazurile, creșterea proporției de adaos hidrofob în limitele uzuale aduce creșterea căldurii de hidratare. Excesul de adaos hidrofob scade căldura de hidratare.

b) *Cimenturi conservate 30 de zile în aer umed*

Căldura de hidratare a cimenturilor hidrofobe conservate este în toate cazurile mai ridicată (60—84 cal/g) decît a cimentului fără adaosuri hidrofobe (51 cal/g).

II.5.9. Rezistența la acțiunea soluțiilor agresive

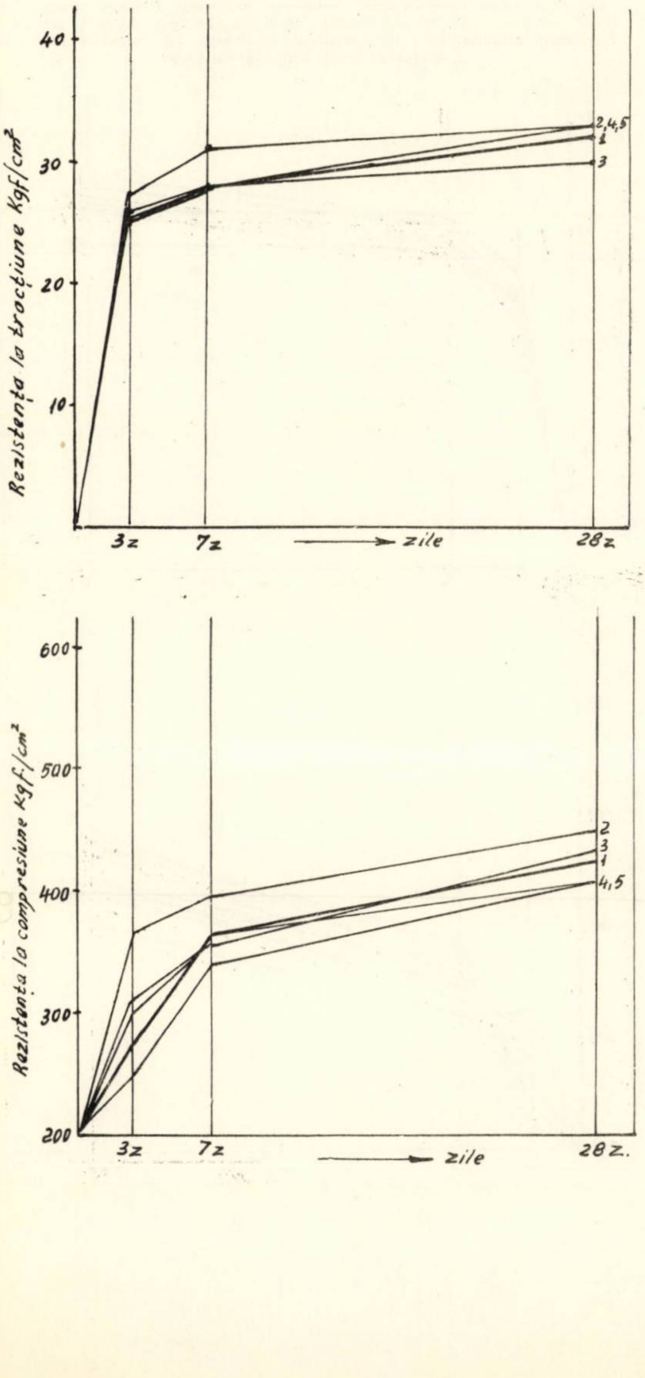
Rezistența la acțiunea soluțiilor agresive la cimenturile proaspete este dată în tabela 6.

a) *Metoda cu sulfat de sodiu*

Cimentul Portland etalon proaspăt, cît și toate cimenturile hidrofobe (cu excepția celor cu colofoniu) nu rezistă mai mult de 14 săptămîni reacției sulfatice. Pînă la acest termen, cimenturile hidrofobe prezintă însă măriri de volum mai reduse decît etalonul. Cimenturile cu colofoniu rezistă pînă la 28 de zile.

Fig. 12. Rezistența la tracțiune și compresiune conform STAS 227/49 a cimenturilor Portland hidrofobe cu reziduuri de la distilarea uleiurilor

1. ciment Portland nehidrofob etalon; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,06% reziduuri; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% reziduuri; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,30% reziduuri



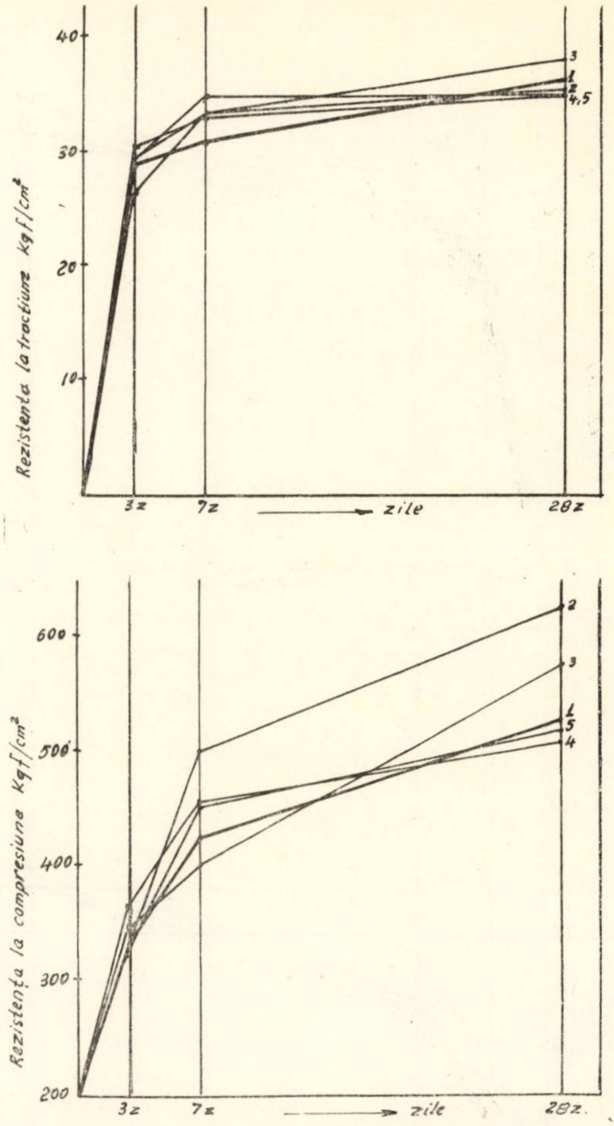


Fig. 13. Rezistența la tracțiune și compresiune conform STAS 227/49 a cimenturilor Portland hidrofobe cu colofoniu și săpun de colofoniu

1. ciment Portland nehidrofob etalon; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% colofoniu; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% colofoniu; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun de colofoniu; *5.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun de colofoniu

b) *Metoda cu microprobe conservate în soluție 10% $MgSO_4$*

Cimenturile hidrofobe prezintă pe probele conservate în apă o lună și șase luni, în general, rezistențe superioare etalonului. Cimenturile cu colofoniu au rezistențe inferioare (216—276 kg/cm²) la o lună) celor ale cimentului fără adaosuri (277 kg/cm²).

După conservarea în soluție de 10% $MgSO_4$ o lună și șase luni, rezistențele cimentului Portland etalon scad la 36—31% din cele corespunzătoare în apă. Cimenturile hidrofobe au rezistențe mult mai bune: 54—140% la o lună și 40—63% la șase luni, față de cele ale cimenturilor hidrofobe păstrate în apă.

În toate cazurile, cimenturile hidrofobe, după păstrarea în soluție de sulfat de magneziu, au avut rezistențe superioare celor ale etalonului.

II.5.10. Comportarea pe betoane a cimenturilor hidrofobe

Betoanele au avut compoziția conform prescripțiilor pentru betoane standard, adică raportul ciment/agregat 1 : 6,3, iar raportul a/c reglat astfel încît răspîndirea să fie cuprinsă între 48 și 50 cm.

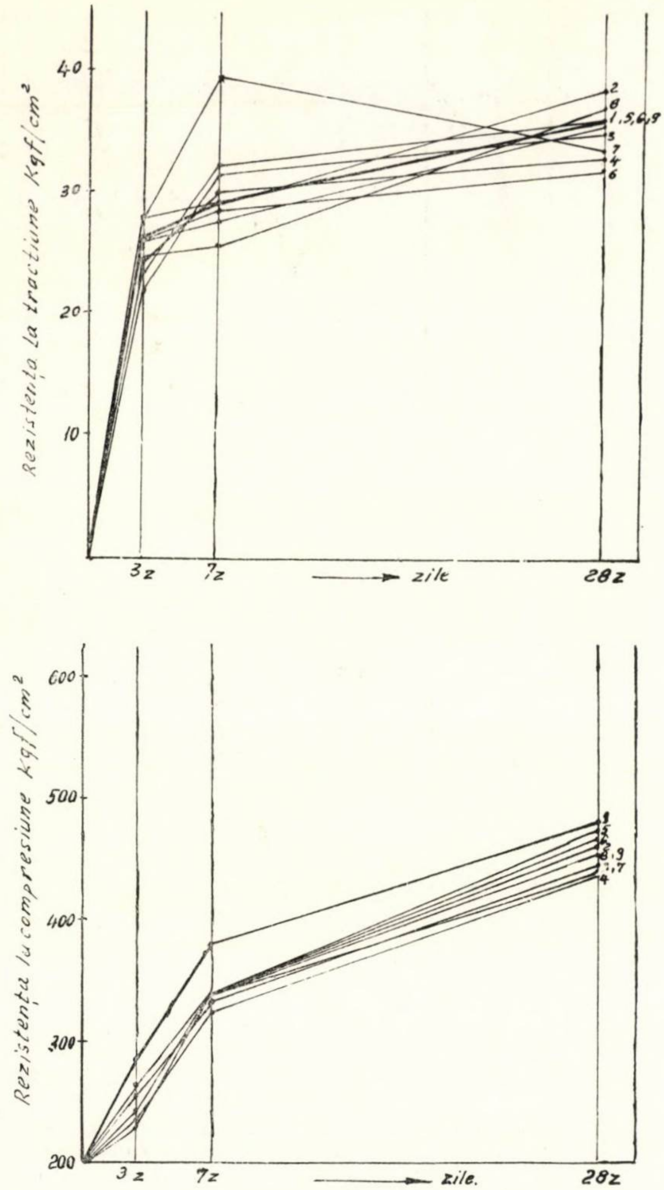


Fig. 14. Rezistenţa la tracţiune şi compresiune conform STAS 227/49 a cimenturilor metalurgice hidrofobe

1. ciment metalurgic nehidrofob; *2.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,12% acid naftenic; *3.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% acid naftenic; *4.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,12 % săpun naftenic; *5.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% săpun naftenic; *6.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,12% colofoniu; *7.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% colofoniu; *8.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,12 săpun de colofoniu; *9.* ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% săpun de colofoniu

Betoanele au fost confecţionate cu cimenturi proaspete obţinute prin măcinarea împreună a clincherului cu adaosurile respective cu cel mult trei zile în urmă.

Rezultatele determinării arătate în tabela 7 (cimentul cu adaos de săpun naftenic), tabela 8 (cimentul cu adaos de acid naftenic) şi tabela 9 (cimentul cu adaos de reziduuri de acizi graşi) indică următoarele :

1. Adaosurile utilizate acţionează ca nişte antrenori de aer oclus, greutăţile specifice aparente ale betoanelor proaspete scăzînd, în medie, faţă de cele ale etaloanelor respective cu 150 kg/m^3 în cazul acizilor sau săpunurilor naftenice şi cu 90 kg/m^3 dacă se utilizează reziduurile de la distilarea acizilor graşi.

Antrenarea de aer sub formă de microbule creşte cu mărirea proporţiei de adaos, observîndu-se de asemenea că la procente egale de adaos, reziduurile de la distilarea acizilor graşi au o acţiune de antrenare de aer cu mult mai mică.

2. Toate adaosurile hidrofobe întrebuinţate exercită şi o puternică acţiune de plastifiere, cantitatea de apă necesară obţinerii unei răspîndiri constante a betonului (48—50 cm) fiind cu circa 20 l mai mică în cazul folosirii cimenturilor cu adaosuri. În comparaţie cu betonul etalon, toate celelalte betoane au lucrabilitate mai bună.

Între acţiunea de plastifiere a celor două tipuri de adaosuri (acizi sau săpunuri naftenice şi reziduuri ale acizilor graşi) nu se remarcă, practic, diferenţe mari.

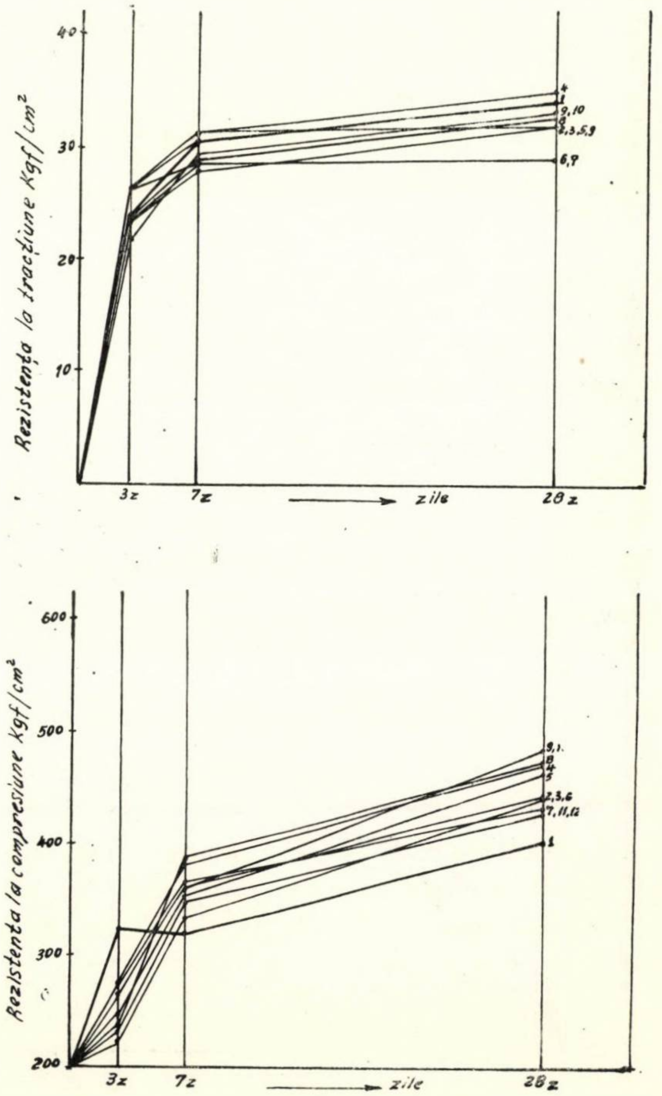
3. Prin întrebuinţarea cimenturilor cu acizi sau săpunuri naftenice, rezistenţele la compresiune ale betoanelor respective sînt sensibil afectate (prezintă, faţă de etalon, scăderi între 25 şi 40%), pe cînd utilizarea cimenturilor cu adaos de acizi graşi în proporţie de pînă la 0,20% lasă, practic, rezistenţele la compresiune nemodificate (scăderi de circa 10%).

Cimenturile cu numai 0,02% adaos naftenic prezintă scăderi de rezistenţă mai mici, însă nu sînt suficient de hidrofobe.

Cimenturile cu 0,06% reziduuri de acizi graşi de asemenea nu prezintă proprietăţi hidrofobe.

Fig. 15. Rezistenţa la tracţiune şi compresiune conform STAS 227/49 a cimenturilor Portland hidrofobe conservate în aer liber o lună

1. ciment Portland nehidrofob etalon tab. 7 nr. 4; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun naftenic; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun naftenic; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% acid naftenic; *5.* ciment Portland hidrofob cu 0,12 acid naftenic; *6.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun naftenic; *7.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun naftenic; *8.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% colofoniu; *9.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% colofoniu; *10.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun de colofoniu; *11.* ciment hidrofob cu 0,12% săpun de colofoniu; *12.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun de colofoniu



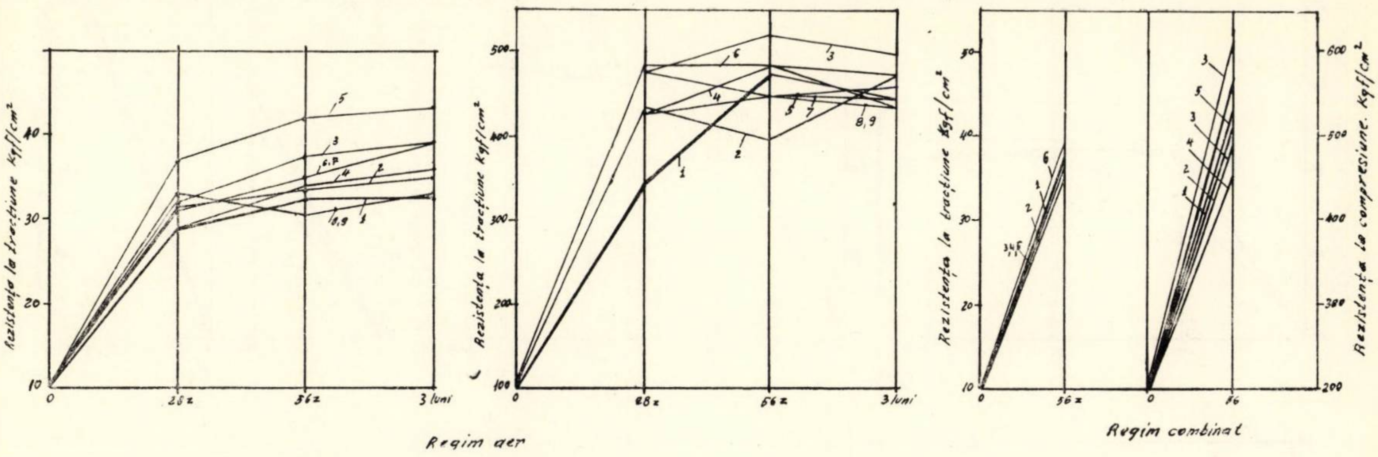
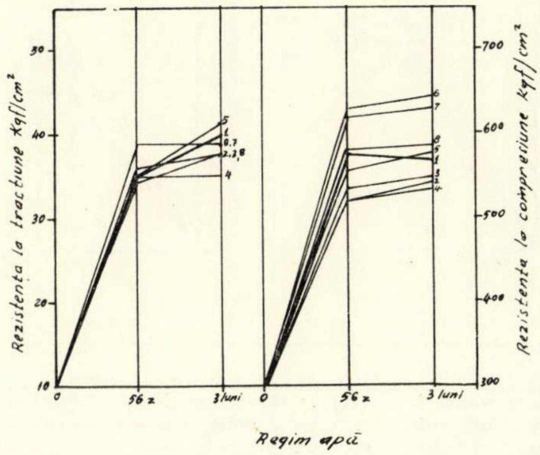


Fig. 16. Rezistența la tracțiune și compresiune a cimenturilor Portland hidrofobe conservate în regim aer, combinat, apă

1. ciment Portland nehidrofob etalon ; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,12%acid naftenic ; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% acid naftenic ; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun naftenic ; *5.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun naftenic ; *6.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% colofoniu ; *7.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% colofoniu ; *8.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% săpun de colofoniu ; *9.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% săpun de colofoniu



4. Rezistențele la întindere din încovoiere sînt, în general, mai puțin influențate de adaosurile hidrofobe, observîndu-se însă și în acest caz o mai bună comportare a cimenturilor cu adaos de reziduuri de acizi grași.

În figurile 23—25 sînt redate unele rezultate ale rezistențelor mecanice pe betoane ale cimenturilor hidrofobe, iar în tabela 10 sînt arătate permeabilitatea, absorbția apei și rezistența la 50 de cicluri de gelivitate ale betoanelor cu cimenturi hidrofobe.

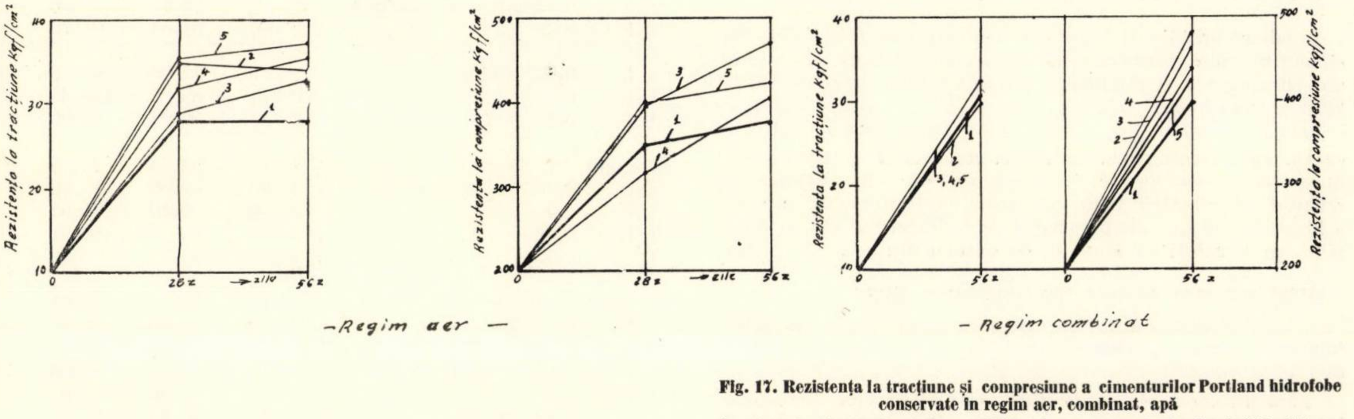
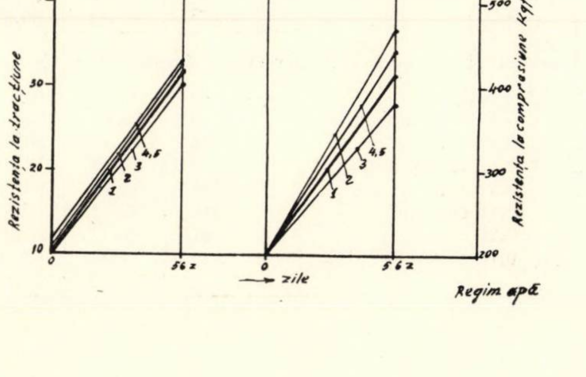


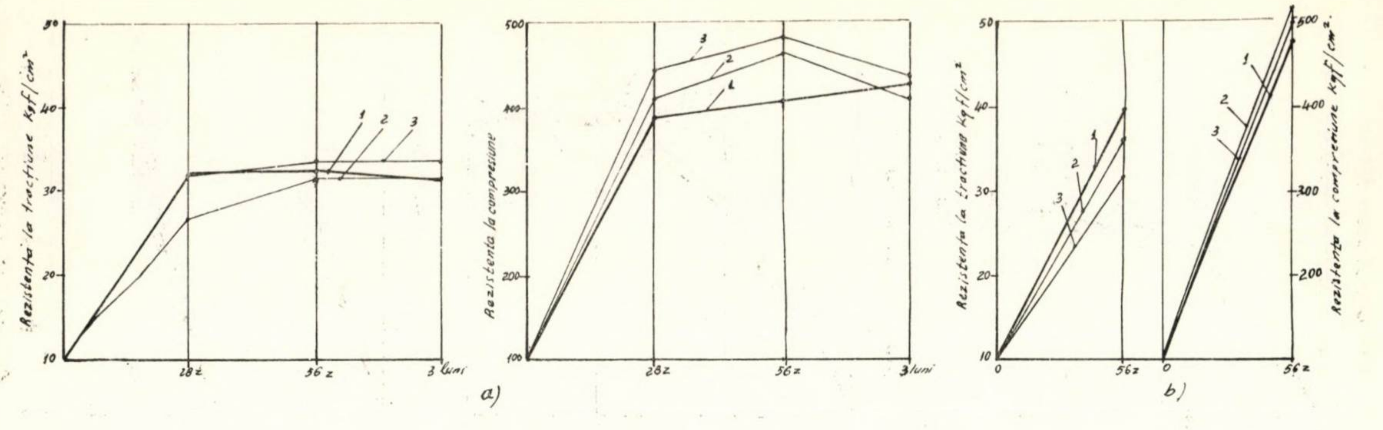
Fig. 17. Rezistența la tracțiune și compresiune a cimenturilor Portland hidrofobe conservate în regim aer, combinat, apă

1. ciment Portland etalon nehidrofob; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,06% reziduuri de acizi grași ; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,20% reziduuri de acizi grași ; *4.* ciment Portland hidrofob cu 0,12% reziduuri de acizi grași ; *5.* ciment Portland hidrofob cu 0,30 reziduuri de acizi grași



III. EXPERIMENTAREA UNUI LOT INDUSTRIAL DE CIMENT HIDROFOB

Pe baza studiului ,,cimenturi hidrofobe'' întocmit de I.C.I.M.C. s-au făcut diferite propuneri, printre care și încercările semiindustriale ale cimenturilor hidrofobe cu 0,12% acizi naftenici și cu 0,12—0,20% reziduuri de acizi grași obținuți din parafină [17] și [18].



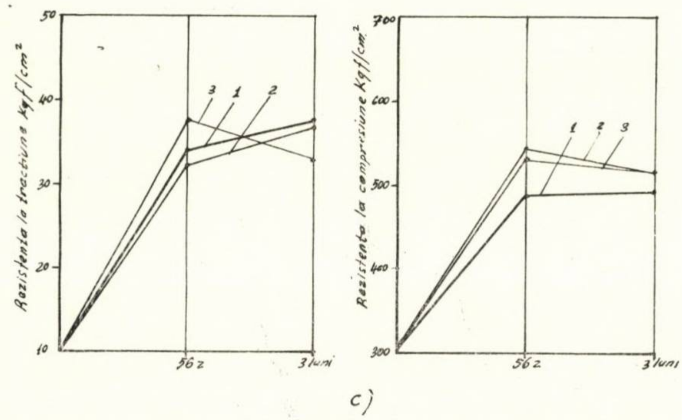


Fig. 18. Rezistența la tracțiune și compresiune a cimenturilor Portland hidrofobe conservate în diferite medii

a. aer; *b.* combinat; *c.* apă

1. ciment Portland nehidrofob etalon; *2.* ciment Portland hidrofob cu 0,06 oleină; *3.* ciment Portland hidrofob cu 0,08% oleină

S-a procedat la obținerea cimentului hidrofob prin măcinarea clincherului cu 0,15% acizi naftenici. Rezultatele obținute industrial au confirmat justețea cercetărilor în fază de laborator [19].

IV. CIMENTURI ALBE ȘI COLORATE HIDROFOBE

În laboratorul lianți I.C.M.P.C. s-au realizat (încă din 1966) cimenturi albe hidrofobe și cimenturi colorate hidrofobe din clincher alb și pigmenți coloranți și din clinchere Portland și aluminoase colorate.

Scopul urmărit a fost reducerea fenomenului de eflorescență, care diminuează calitatea mortarelor și betoanelor decorative, deoarece se formează pelicule albe subțiri ca rezultat al migrării prin capilarele mortarului de ciment a hidroxidului de calciu (produs de hidratare al cimentului) și al carbonatării cu bioxidul de carbon din aer.

Acest fenomen nedorit este împiedicat prin:

— legarea hidroxidului de calciu cu bioxid de siliciu activ (diatomit, trass, puzzolane etc.) în hidrosilicați de calciu mai greu solubili;

— introducerea de substanțe superficial-active hidrofobe (acizi grași, săpunuri ale acizilor grași, siliciu etc.) în proporții variabile în funcție de gradul de hidrofobicitate urmărit fără a depăși o anumită limită pentru a nu prejudicia rezistențele mecanice. Acizii grași formează cu hidroxidul de calciu săruri de calciu insolubile, împiedicînd astfel fenomenul de eflorescență.

Săpunurile alcaline (de sodiu și potasiu) ale acizilor grași de asemenea reacționează cu Ca (OH), rezultat din reacția de hidratare a cimenturilor albe și colorate săpunuri de calciu insolubile (analiza prin cercetările roentgenografice), avînd același rezultat final de a împiedica $Ca(OH)_2$ să migreze către suprafață și să împiedice apariția de pelicule albe subțiri care provoacă pete și decolorări vizibile, fenomen nedorit în lucrările arhitectonice.

Tabela 5

Cimenturi Portland hidrofobe. Căldura de hidratare, metoda termos

Felul cimentului și al adaosului în %	Supra-fața speci-fică (cm^2/g)	Căldura de hidratare (cal/g).	
		3 zile	7 zile
C.P. + 0,12 acid naftenic	2 710	61,50	74,44
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 530	61,31	74,00
C.P. + 0,12 ,, ,,	2 610	46,51	61,68
C.P. + 0,12 ,, ,,	2 510	66,53	83,05
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 520	68,00	84,41
C.P. + 0,12 colofoniu	2 640	53,25	70,00
C.P. + 0,20 ,,	2 700	62,07	77,58
C.P. + 0,12 săpun de colofoniu	2 740	62,07	77,58
C.P. + 0,20 ,, ,, ,,	2 750	61,34	75,70
C.P. + 0,06 oleină	2 700	82,00	97,78
C.P. + 0,08 ,,	2 770	85,00	100,38
C.P. + 0,2 ,,	2 750	59,21	63,00
Ciment Portland	2 446	58,74	70,15
C.P. + 0,06 reziduuri	2 900	69,30	82,20
C.P. + 0,2 ,,	2 466	72,42	86,62
C.P. + 0,12 ,,	2 329	84,29	100,01
C.P. + 0,30 ,,	2 300	81,75	94,42
Ciment Portland	29 100	68,60	83,01
C.P. + 0,12 acid naftenic	2 840	65,36	78,40
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 910	72,22	87,40
C.P. + 0,12 săpun naftenic	2 940	70,00	84,66
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 985	76,80	91,65
C.P. + 0,12 colofoniu	3 160	63,83	77,06
C.P. + 0,20 ,,	3 470	58,29	80,47
C.P. + 0,12 săpun de colofoniu	2 960	60,01	72,36
C.P. + 0,20 ,, ,, ,,	2 965	70,00	86,45
Cimenturi conservate la aer umed (umiditatea 100%)			
Ciment Portland	2 300	38,26	51,88
C.P. + 0,12 acid naftenic	2 000	59,41	73,21
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 004	55,35	67,64
C.P. + 0,12 săpun naftenic	1 700	57,09	71,09
C.P. + 0,20 ,, ,,	1 895	64,24	84,53
C.P. + 0,12 colofoniu	2 048	57,12	69,82
C.P. + 0,20 ,,	1 887	53,02	65,27
C.P. + 0,12 săpun de colofoniu	2 200	50,00	60,50

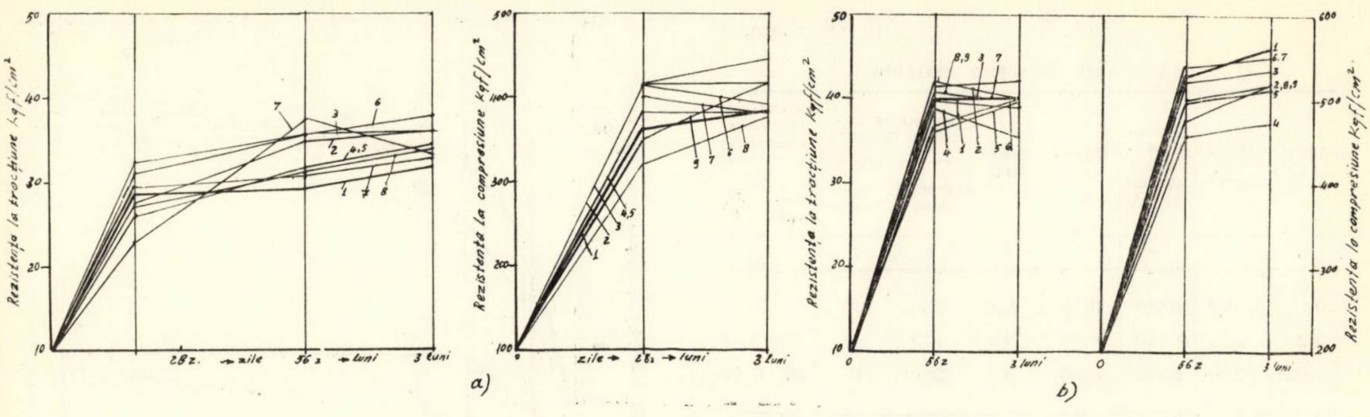


Fig. 19. Rezistența la tracțiune și compresiune a cimenturilor metalurgice hidrofobe conservate în diferite medii;
a. aer; *b*. apă

1. ciment metalurgic nehidrofob etalon; *2*. ciment metalurgic hidrofob cu 0,12% acid naftenic; *3*. ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% acid naftenic; *4*. ciment metalurgic hidrofob 0,12% săpun naftenic; *5*. ciment metalurgic hidrofob cu 0,20⁰/₀ săpun naftenic: *6*. ciment metalurgic hidrofob cu 0,12% colofoniu; *7*. ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% colofoniu; *8*. ciment metalurgic hidrofob cu 0,12% săpun colofoniu; *9*. ciment metalurgic hidrofob cu 0,20% săpun colofoniu

Tabela 6

Cimenturi hidrofobe. Agresivitatea sulfatică

Felul cimentului și al adaosului în %	Suprafața specifică (cm²/g)	Metoda STAS 2633/1951 cu SO_4Ca					Metoda STAS 2633/1951 a reacțiilor			
							Apă		$MgSO_4$ (10%)	
		1 zi	3 zile	7 zile	14 zile	28 de zile	1 lună	6 luni	1 lună	5 luni
Ciment Portland										
C.P. + 0,12 acid naftenic	2 710	0,231	0,219	1,06	3,09	dezag.	235	—	204,0	—
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 530	1,620	0,720	dezag.			282	—	207,0	—
C.P. + 0,12 săpun naftenic	2 510	0,290	0,980	,,			273	—	223,0	—
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 520	0,107	0,611	1,87	dezag		302	—	160,4	—
C.P. + 0,12 colofoniu	2 640	0,143	0,350	0,71	,,		216	—	305,0	—
C.P. + 0,20 ,,	2 700	0,339	0,719	1,44	,,		251	—	245,0	—
C.P. + 0,12 săpun de colofoniu	2 740	0,370	0,773	1,57	,,		301	—	298,0	—
C.P. + 0,20 ,, ,, ,,	2 750	0,970	0,740	dezag.	,,		285	—	275,0	—
Ciment metalurgic										
C. met. + 0,12 acid naftenic	3 810	0,280	0,850	2,25	dezag.		247	—	260,0	—
,, + 0,20 ,, ,,	2 810	0,630	1,040	dezag.			246	—	245,0	—
,, + 0,12 săpun naftenic	2 680	0,198	0,700	,,			224	—	204,0	—
,, + 0,20 ,, ,,	2 610	0,510	1,500	,,		—	—	—	—	—
,, + 0,12 colofoniu	2 740	0,187	0,450	,,	—	—	238	—	—	—
,, +0,20 ,,	2 770	0,140	0,390	1,73	dezag.	—	—	—	—	—
,, + 0,12 săpun de colofoniu	2 730	0,205	0,523	1,00	,,	—	248	—	210,0	—
,, + 0,20 ,, ,, ,,	2 880	0,180	0,300	1,47	,,		248	—	210,0	—
Ciment Portland	2 910	0,500	1,114	2,23	3,16	dezag.	277	320,0	99,4	101,0
C.P. + 0,12 acid naftenic	2 840	0,197	0,800	0,73	2,64	,,	345	327,0	276,0	155,0
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 910	0,460	0,860	2,48	2,52	,,	238	315,0	283,0	139,0
C.P. + 0,12 săpun naftenic	2 940	0,510	1,080	4,34	dezag.	,,	300	369,0	218,0	150,0
C.P. + 0,20 ,, ,,	2 985	0,090	0,190	0,37	0,59	0,84	345	338,0	—	208,0
C.P. + 0,12 colofoniu	3 160	0,230	0,490	0,78	1,11	1,72	345	360,0	293,0	—
C.P. + 0,20 ,,	3 470	—	0,736	1,25	1,70	dezag.	258	209,0	302,0	130,0
C.P. + 0,12 săpun de colofoniu	2 960	0,530	0,500	0,60	0,34	,,	276	266,5	—	204,0
C.P. + 0,20 ,, ,, ,,	2 965	0,455	0,830	1,27	1,20	,,	344	317,0	316,0	104,0
Ciment metalurgic	3 110	0,036	0,075	0,19	0,73	,,	256	255,0	214,0	152,0
C. met. +0,12 acid naftenic	3 210	—	0,820	1,38	3,00	,,	254	295,6	142,0	81,7
,, + 0,20 ,, ,,	2 990	0,036	0,027	1,50	1,60	,,	250	—	170,0	—
,, + 0,12 săpun naftenic	2 930	0,030	0,520	0,89	dezag.	,,	272	—	159,0	—
,, + 0,20 săpun de colofoniu	2 850	0,325	0,695	0,78	,,	,,	260	—	205,0	—
,, + 0,12 colofoniu	2 950	1,781	dezag.				244	—	183,0	—
,, + 0,20 ,,	2 950	0,116	0,270	0,80	1,50	,,	312	—	250,0	—
,, + 0,12 săpun de colofoniu	3 450	—	0,590	1,20	dezag.	,,	347	—	204,0	—
,, + 0,20 ,, ,, ,,	3 250	0,088	dezag.	—	—	—	—	—	—	—

Tabela 7

Cimenturi cu săpun naftenic

Adaos (%)	Dozaj real (kg/m³,	Greutatea specifică aparentă (kg/m³)	Raport a/c	Tasare (cm)	Rezistențe mecanice (kg/cm ²)		Scăderi de rezistențe mecanice(%)	
					compresiune	încovoiere	compresiune	încovoiere
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	300	2 340	0,75	6,0	286	46	—	—
0,2	275	2 140	0,66	9,0	177	44	38	4
0,02	300	2 240	0,66	9,5	229	40	20	13

Tabela 8

Cimenturi cu acizi naftenici

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	300	2 340	0,75	5,0	286	46	—	—
0,2	280	2 180	0,66	8,0	150	38	47	17
0,02	300	2 210	0,66	9,5	200	40	30	13

Tabela 9

Cimenturi cu reziduuri de acizi grași

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	304	2 410	0,70	2,5	265	40	—	—
0,06	305	2 380	0,68	8,0	255	37	4	8
0,12	298	2 320	0,63	6,5	242	37	8	8
0,20	302	2 320	0,63	6,5	235	40	11	0
0,30	299	2 260	0,62	6,5	186	35	30	15

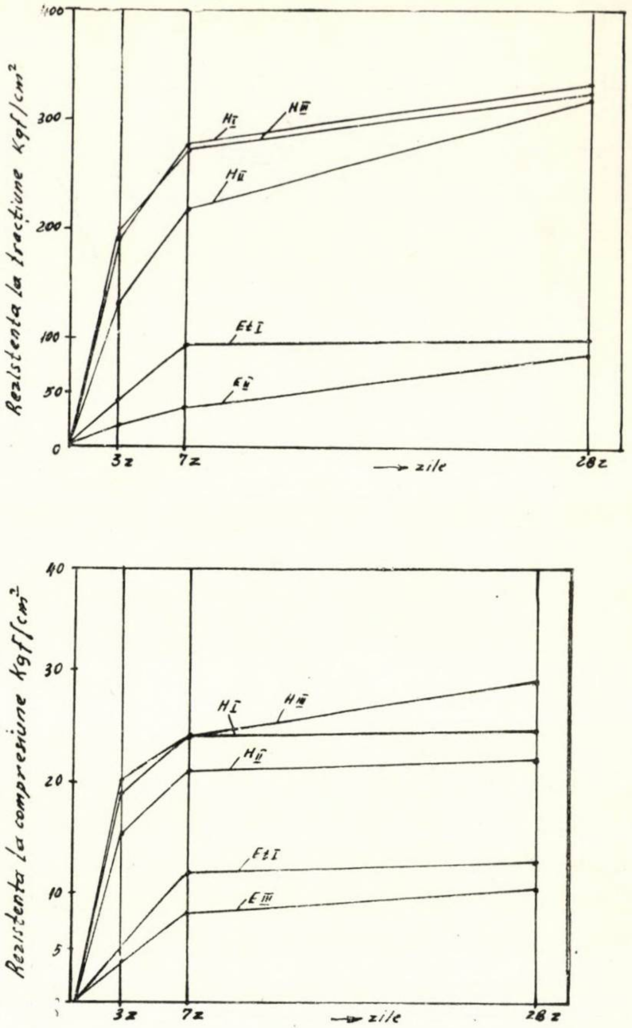


Fig. 20. Rezistența la tracțiune și compresiune conform STAS 227/49 a cimenturilor hidrofobe conservate 3 luni la W = 100%

Et. I și III = cimenturi nehidrofobe
H I, II și III = cimenturi hidrofobe

Tabela 10

Permeabilitatea, absorbția și gelivitatea betoanelor cu cimenturi hidrofobe

Felul cimentului *	Dozaj (kg/m³)	Dozaj a/c	Rb. 28 de zile (kg/cm²)	Permeabilitate. Pătrundere la 8 atm (cm)	Absorbția apei (%)	Gelivitate 50 de cicluri			
						Pierdere greutate (%)	Rb (kfg/cm²)		Pierd. Rb. %
							Mart.	Gel.	
El	300	0,71	188	13	4	0	217	208	4
H1	300	0,71	118	19	4	0	126	120	3
E2	300	0,67	125	9	2	1	102	104	6
H2	300	0,67	89	10	9	1	88	80	9
H2	300	0,65	90	15	3	1	97	80	17
E3	300	0,68	204	10	6	1	220	201	8
H3	300	0,68	84	17	9	0	96	73	24
H3	300	0,65	88	20	1	0	99	83	16
E4	300	0,69	203	9	6	1	201	195	3
H4	300	0,69	110	10	9	1	117	99	15
H4	300	0,65	98	11	2	1	96	76	21
E4	300	0,56	315	7	3	0	336	304	9
H4	300	0,56	185	9	3	0	200	175	12
E4	200	0,71	213	15	2	1	221	196	10
H4	200	0,71	104	14	3	1	115	95	17
E4	150	0,78	110	20	2		88	73	17
H4	150	0,78	103	20	3	2	100	85	15

* E = etaloane (nehidrofobe)
H = hidrofobe

Tabela 11

Cimenturi Portland albe hidrofobe

Cimentul	Adaos de siliconi (%)	Suprafaţa specifică (cm²/g)	Rezistenţe pe mortare vîrtoase conform STAS 227–49					
			Rezistenţa la tracţiune (kgf/cm²)			Rezistenţa la compresiune (kgf/cm²)		
			3 zile	7 zile	28 de zile	3 zile	7 zile	28 de zile
Alb etalon	—	3 000	19,9	20,9	28,5	321	379	446
Alb hidrofob	0,04	3 000	18,5	23,5	26,8	340	403	427
Alb hidrofob	0,08	3 870	23,7	24,7	28,3	340	397	403
Alb hidrofob	0,16	4 190	22,7	24,6	28,9	327	364	410
			Rezistenţe pe mortare plastice conform ISO-Tc-74					
			Rezistenţa la încovoiere (kgf/cm²)			Rezistenţa la compresiue kgf/cm²)		
			3 zile	7 zile	28 de zile	3 zile	7 zile	28 de zile
Alb etalon	—	3 000	29,8	36,7	45,6	186	211	314
Alb hidrofob	0,04	3 000	31,8	39,9	50,7	218	290	363
Alb hidrofob	0,08	3 870	32,9	41,4	55,8	211	268	392
Alb hidrofob	0,16	4 190	33,7	43,3	55,0	196	300	389

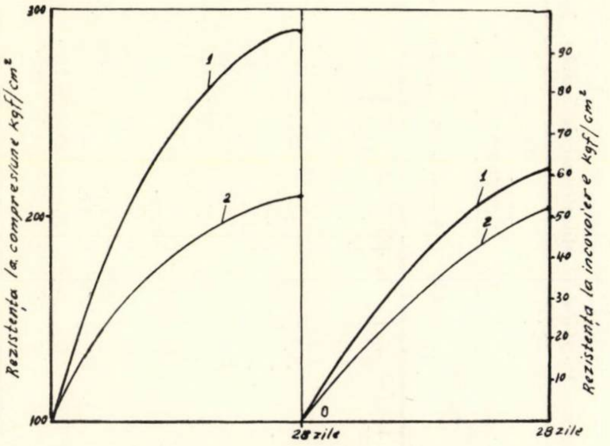
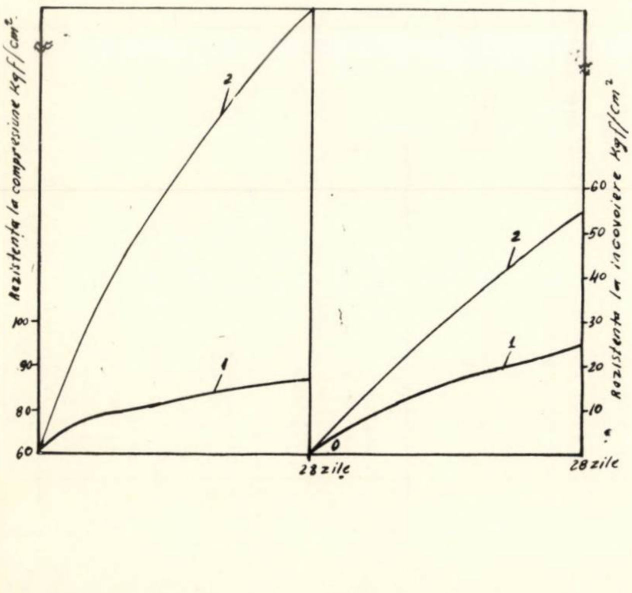


Fig. 21. Rezistenţa pe mortare plastice a cimentului etalon nehidrofob şi a cimentului hidrofob

1. ciment etalon 1 nehidrofob; *2.* ciment hidrofob I cu 0,20% acizi naftenici

Fig. 22. Rezistenţa pe mortare plastice a cimenturilor conservate o lună în aer cu umiditate 100%

1 ciment etalon I nehidrofob; *2.* ciment hidrofob I cu 0,20% acizi naftenici



De aceea, literatura de specialitate [1—25] indică hidrofobizarea cimenturilor albe şi colorate cu cantităţi mici (0,1—0,2%) faţă de clincher.

IV.1. Rezultatele obţinute

a) Cimenturile albe hidrofobe cu 0,04—0,08—0,16% ulei de siliconi, măcinate la aceeaşi durată de măcinare, au suprafeţe specifice mai ridicate în funcţie de procentul de adaos de siliconi de la 3 000 la 4 190 cm²/g.

— Rezistenţele la tracţiune şi compresiune conform STAS 227/49 sînt superioare celor ale cimentului alb etalon nehidrofob cu circa 10% (tabela 11).

— Rezistenţele la încovoiere şi compresiune conform I 80—TC—74 ale cimenturilor albe hidrofobe cu 0,08—0,16% ulei de siliconi sînt superioare cu circa 20—30% faţă de cele ale cimentului alb nehidrofob; se menţionează că cimenturile au fost finisate la aceeaşi durată de măcinare (aceeaşi productivitate).

Tabela 12

Cimenturi colorate roşii hidrofobe

Cimentul	Adaos de pigment oxid roşu de fier (%)	Adaos hidrofob ulei de siliciu (%)	Suprafaţa specifică (cm²/g)	Rezistenţe mecanice pe mortare vîrtoase conform STAS 227–49					
				Rezistenţa la tracţiune (kgf/cm²)			Rezistenţa la compresiune (kgf/cm²)		
				3 zile	7 zile	28 de zile	3 zile	7 zile	28 de zile
Roşu etalon	3	—	3 000	20,9	22,3	28,3	311	347	486
Roşu hidrofob	3	0,07	3 705	21,2	24,5	28,0	320	378	447
Roşu hidrofob	3	0,08	3 945	21,4	23,7	25,0	323	367	423
Roşu hidrofob	3	0,16	4 215	22,6	25,7	29,2	347	382	467
				Rezistenţe mecanice pe mortare plastice conform ISO–Tc–74					
				Rezistenţa la încovoiere (kgf/cm²)			Rezistenţa la compresiune (kgf/cm²)		
				3 zile	7 zile	28 de zile	3 zile	7 zile	28 de zile
Roşu etalon	3	—	3 000	29,6	35,1	49,4	173	204	380
Roşu hidrofob	3	0,04	3 705	30,6	40,6	58,9	220	283	374
Roşu hidrofob	3	0,08	3 945	33,1	39,5	54,1	202	314	389
Roşu hidrofob	3	0,16	4 215	33,5	46,3	56,2	221	316	381

b) Cimenturile roșii hidrofobe rezultate prin măcinarea simultană a clincherului Portland alb cu 3 % pigment roșu (oxid roșu de fier), cu 0,04 ; 0,08 și 0,16 % ulei de siliconi se comportă diferit din punctul de vedere al rezistențelor mecanice. Cimentul roșu hidrofob cu 0,16 % ulei de siliconi prezintă creșteri de circa 10—16 %. Cimentul roșu hidrofob cu 0,08 % ulei de siliconi are rezistențele la tracțiune și compresiune conform STAS 227/49, apropiate de ale etalonului nehidrofob (tabela 12).

Cimenturile roșii hidrofobizate cu ulei de siliconi nu prezintă (în paste, mortar și beton) fenomene de eflorescență : pete de culori diferite, albiri, fiind astfel indicat pentru tencuieli, pardoseli, prefabricate, plăci de azbociment și constituind un material propice pentru lucrările arhitectonice.

c) Cimenturile verzi hidrofobe rezultate din clincher Portland verde și acizi naftenici, ulei palm, ulei de floarea-soarelui și acid oleic în proporție de 0,1—0,2 % prezintă un grad ridicat de hidrofobicitate și rezistențe sporite cu circa 15 % la cimenturile verzi hidrofobe cu 0,1—0,2 % acid oleic și 0,2 % ulei de floarea-soarelui (tabela 13).

Toate cimenturile verzi hidrofobe au avut o bună comportare la radiațiile ultraviolete, neprezentînd fenomenul de eflorescență (la mortar, beton sau pastă) și fiind deci indicate la lucrările arhitectonice.

d) Cimenturile albe hidrofobizate cu 0,2 % acizi naftenici, 0,2 % acid oleic și 0,2 % ulei de palm prezintă sporiri de rezistențe mecanice de circa 30 % față de ale cimentului alb nehidrofobizat și un grad mare de hidrofobicitate.

Fig. 23. Rezistența la compresiune a cimenturilor hidrofobe $H_1 - H_2 - H_3 - H_4$ și a cimenturilor nehidrofobe $E_1 - E_2 - E_3 - E_4$ pe betoane plastice și betoane vîrtoase

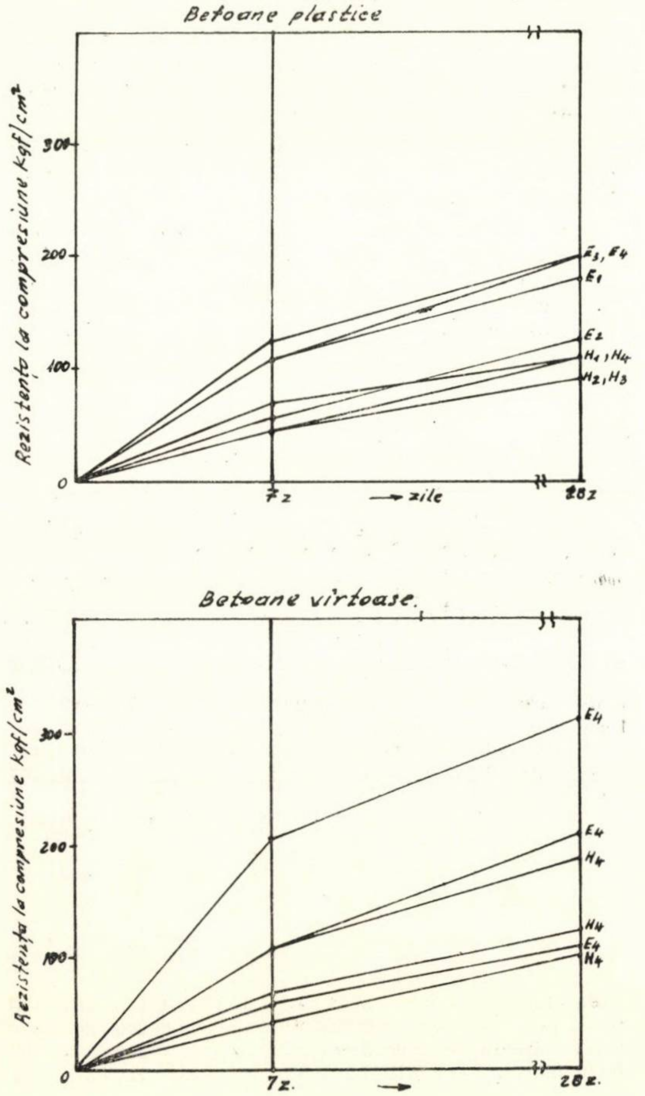


Tabela 13

Cimenturi albe și cimenturi din clinchere colorate Portland și aluminoase hidrofobe. Incercări conform STAS 227-49

Cimentul alb și colorat	Adaos hidrofob (%)	Suprafața specifică (cm²/g)	Apa de constit. (%)	Priza (ore, minute)		Constanța de volum turte/inele		Rezistențe mecanice (kgf/cm²)								Observații
								Tracțiune				Compresiune				
				început	sfîrșit			1 zi	3 zile	7 zile	28 de zile	1 zi	3 zile	7 zile	28 de zile	
Alb etalon	—	3350	27	4^{15}	6^{15}	bune	0,3	—	—	17,0	25,7	73	98	133	387	Din clincher Portland alb
Alb hidrofob + acizi naftenici	0,2	3360	26,6	4^{15}	6^{45}	bune	1,2	—	—	—	18,2	47	72	80	187	Idem
Alb hidrofob + acid oleic	0,2	3380	27,6	4^{00}	7^{00}	bune	1,1	—	—	—	18,8	50	52	66	220	Idem
Alb hidrofob + ulei de palm	0,2	3390	28,6	3^{30}	6^{00}	bune	0,2	—	—	20,2	30,3	82	101	268	402	Idem
Verde etalon	—	3400	—	—	—	—	—	11,3	15,0	20,6	27,0	117	155	221	272	Din clincher Portland verde cu 0,7 % Cr_2O_3
Verde hidrofob + acizi naftenici	0,2	3420	—	—	—	—	—	—	11,0	16,2	24,2	18	85	163	245	
Verde hidrofob + ulei de palm	0,2	3430	26,0	4^{30}	7^{00}	bune	2,2	—	13,8	19,2	25,0	23	141	206	267	Idem
Verde hidrofob + acid oleic	0,1	3316	—	—	—	—	—	—	15,1	22,1	26,7	24	113	232	355	Idem
Verde hidrofob + acid oleic	0,2	3450	26,0	5^{00}	7^{15}	bune	0,2	—	14,2	22,4	31,4	16	73	196	315	Idem
Verde hidrofob + ulei floarea-soarelui	0,2	3430	26,6	7^{40}	7^{00}	bune	0,3	—	—	20,8	28,6	20	30	198	306	Idem
Alb hidrofob + acid oleic	0,1	3320	—	—	—	—	—	22,5	25,0	26,0	27,6	140	200	225	254	Din clincher aluminos alb
Galben hidrofob + acid oleic	0,1	3330	—	—	—	—	—	34,4	35,0	—	36,4	228	262	—	337	Din clincher aluminos galben
Albastru hidrofob + acid oleic	0,1	3340	—	—	—	—	—	28,6	28,6	29,3	31,3	117	131	140	232	Din clincher aluminos albastru
Maro hidrofob + acid oleic	0,1	3310	—	—	—	—	—	22,7	22,9	24,1	27,7	112	163	190	278	Din clincher aluminos maro

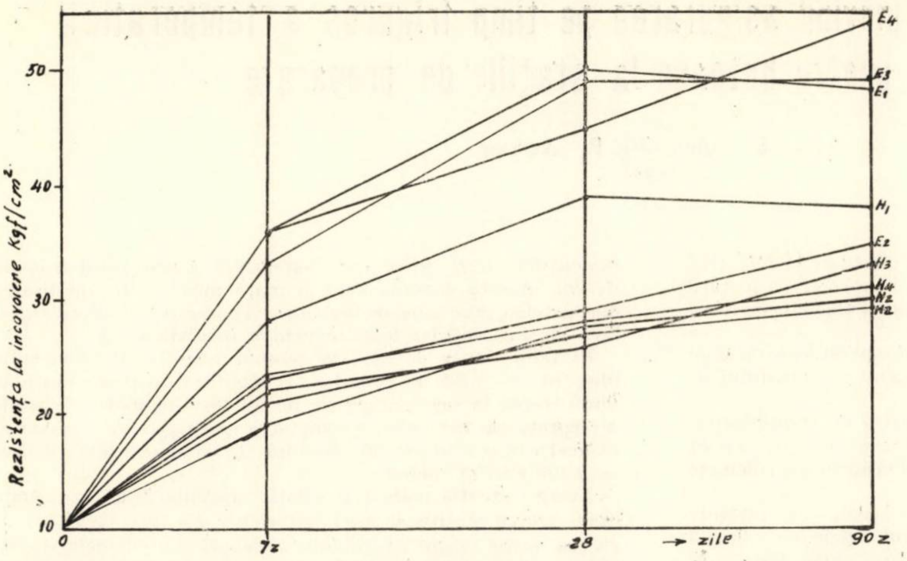


Fig. 25. Contracţia la uscare a betoanelor cu cimenturi hidrofobe $H_1 - H_2 - H_3 - H_4$ şi nehidrofobe $E_1 - E_2 - E_3 - E_4$

e) Cimenturile colorate din clinchere aluminoase colorate hidrofobizate cu 0,1 % acid oleic au prezentat sporiri de circa 10–30 % ale rezistenţelor mecanice, exceptînd cimentul albastru hidrofobizat cu 0,1 % acid oleic. Ca şi celelalte cimenturi albe şi colorate hidrofobizate, au avut un grad ridicat de hidrofobicitate şi nu au prezentat fenomenul de eflorescenţă, fiind indicate în lucrările arhitectonice.

V. CONCLUZII

1. Cimenturile hidrofobe Portland şi metalurgice conferă mortarelor şi betoanelor umătoarele proprietăţi: grad mare de hidrofobicitate şi de impermeabilitate, plasticitate şi lucrabilitate ridicată, absorbţie de apă redusă, contracţie redusă, rezistenţe mecanice în limitele cimentului nehidrofobizat, iar uneori sporite sau diminuate cu 20–30 %, rezistenţă la cicluri de gelivitate, rezistenţă la ape sulfatate şi la apa de mare, precum şi alte proprietăţi valoroase, avînd un vast domeniu de aplicare.

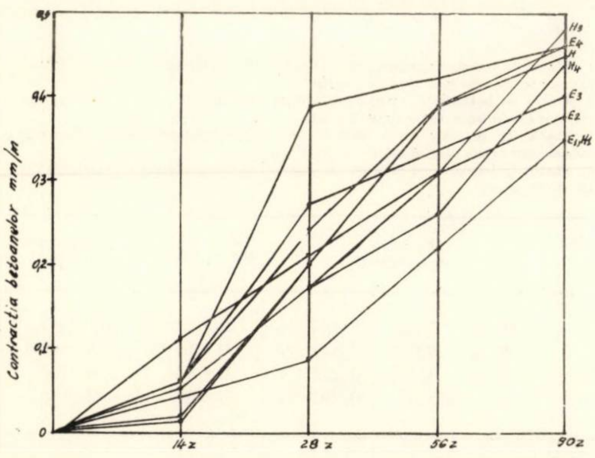
Cimenturile hidrofobe sînt indicate pentru depozitarea îndelungată şi transporturi lungi, în cursul căroia cimenturile normale se degradează prin hidratare.

De asemenea, sînt indicate la construirea elementelor supuse acţiunii distructive a ciclurilor de îngheţ-dezgheţ şi la lucrările de injecţie.

Se pot aplica la stabilizarea solurilor. La acest gen de lucrări este necesar să se analizeze caracteristicile de rezistenţă la hidratare, pentru a evita priza înainte de amestecarea cimentului hidrofob cu solul.

Cimenturile hidrofobe sînt indicate pentru construcţiile hidrotehnice şi agricole, la construcţiile care necesită un grad mare de impermeabilitate şi rezistenţă la agresivitate chimică.

Fig. 24. Rezistenţa la întindere din încovoiere a betoanelor cu cimenturi hidrofobe $H_1 - H_2 - H_3 - H_4$ şi a cimenturilor nehifdrofobe $E_1 - E_2 - E_3 - E_4$



De asemenea, sînt indicate la construirea elementelor supuse acţiunii distructive a îngheţ-dezgheţului.

2. Cimenturile Portland şi cele aluminoase albe şi colorate hidrofobe prezintă aceleaşi proprietăţi, dar pentru mortarele şi betoanele decorative are o mare importanţă înlăturarea fenomenului de eflorescenţă, păstrarea culorii timp îndelungat, gradul mare de impermeabilitate, rezistenţa la cicluri de gelivitate, rezistenţa la radiaţiile solare şi la cele ultraviolete. Experimental, s-au aplicat cu rezultate pozitive, în cadrul Direcţiei Monumentelor Istorice (la mănăstirea Suceviţa, Alba-Iulia, Cetatea Neamţului), ciment verde din clincher Portland verde hidrofob, ciment negru din clincher Portland negru hidrofob şi ciment galben din clincher alb şi 3 % oxid galben de fier hidrofob. Ca agent de hidrofobizare s-a folosit 0,1 % ulei de in în apa de amestecare de la prepararea betonului şi 0,1 % acid oleic la măcinarea cimentului colorat.

Bibliografie

[1] Higherovici M. I:. *Consideraţii teoretice asupra cimentului hidrofob.* Silikat Technik, nr. 12, 1957.

[2] Higherovici M. I. : *Ameliorarea proprietăţilor cimentului prin adaosul unor plastifianţi noi, hidrofobi.* Baustoffindustrie nr. 7, 1964.

[3] Mandjurnet V. V., Pascenko A. A., Terescenco N. P. : *Cercetarea proprietăţilor cimentului hidrofobizat cu lichide silicoorganice C.K. 94.* Tement nr. 4, 1963.

[4] * * * Cement and Line Manufacture, 1963.

[5] Gracian A. : *Legătura dintre proprietăţile de sorbţie ale cimenturilor Portland şi intensificarea procesului de măcinare a lor cu substanţe tensioactive.* Cercetări în domeniul chimiei silicaţilor şi oxizilor. Academia U.R.S.S., Moscova, 1965.

[6] * * * *Gost 965–66. Ciment portland alb.*

[7] Fernandez, Vasquez, Gulias, Iulio : *Ciment hidrofob.* Cemento – Hornigon, mai 1963.

[8] * * * : *Încercarea adaosurilor hidrofobe formate din deşeuri de la diferite industrii. Cercetarea producţiei experimentale de ciment hidrofob.* Stavivo, nr. 35, 1957 şi Materiale de construcţii nr. 8, 1958

[9] Cussino L. : *Producerea şi caracteristicile cimentului hidrofob.* Il Cemento, nr. 4, 1958.

[10] * * * Cement and Line Manufacture, ianuarie 1952.

[11] * * * Cement and Line Manufacture, iulie 1953.

[12] Bogue H. R : *La chimie du ciment Portland,* 1952.

[13] * * * Cement and Line Manufacture, noiembre 1952.

[14] * * * *ASTM – D* 408 37 *T.*

[15] Schlünz F. K : *Ciment hidrofob.* Silikat Technik, nr. 11, 1959.

[16] Teoreanu I. : *Tehnologia lianţilor şi betoanelor.* Bucureşti, Ed. didactică şi pedagogică, 1967.

[17] Enculescu M. ş.a. : *Ciment hidrofob.* Raport tehnic nr. 1/1954 ICIMC – nepublicat

[18] Enculescu M. ş. a. : *Ciment hidrofob.* Raport tehnic nr. 2/954, ICIMC – nepublicat

[19] Ţiţei O., Enculescu M. : *Referat asupra măcinării lotului experimental de ciment hidrofob la fabrica Bucureşti,* ICMPC, nepublicat

[20] Ţiţei O., Enculescu M. : *Fabricarea cimentului hidrofab.* ICIMC, 1957, nepublicat

[21] Tiţei O., Enculescu M. : *Cercetări pentru utilizarea pămînturilor decolorante rămase de la rafinarea uleiurilor, în vederea obţinerii cimenturilor impermeabile la apă.* ICMPC, 1957, nepublicat

[22] Enculescu M. : *Influenţa substanţelor superficial-active folosite la hidrofobizarea cimentului* – ICIMC. Cercetări tehnice şi documentare, vol. II, 1955,

[23] Enculescu M., Marton M., Covaliu I. : *Ciment alb cu caracteristici superioare.* Referat ICMPC, decembrie 1966.

[24] Enculescu M., Marton E., Covaliu I. : *Cimenturi colorate.* Referat ICMPC, decembrie 1966.

[25] Enculescu M., Covaliu I. : *Cimenturi colorate.* Referat ICMPC, iunie 1967

Calcule simplificate privind asigurarea pe timp friguros a temperaturii prescrise pentru betoane la stațiile de preparare

Ing. S. Şuler, ing. R. Gertler
INCERC

Urmărirea — în cadrul unor cercetări efectuate la INCERC — a temperaturii betonului în momentul expedierii din stații a arătat frecvente fluctuații, care de-a lungul unei zile de lucru atingeau și chiar depășeau 10°C.

La stațiile urmărite, reglarea acestei temperaturi se făcea cu totul empiric, fiind în funcție de experiența personalului de deservire.

Această orientare empirică apare destul de îndreptățită, atunci cînd ne gîndim la mulțimea parametrilor de care ar trebui să ținem seamă dacă ne-am hotărî să apelăm la calculele termotehnice.

Expunerea care urmează va prezenta rezultatele obținute din încercarea de a găsi o metodă de calcul suficient de simplă pentru a putea fi practic aplicată și care, chiar dacă ar fi mai puțin riguroasă, să se încadreze probabilistic în limite acceptabile de precizie. Premisa de la care s-a pornit a fost aceea de a pune sub control cît mai puțini parametri dintre cei care influențează temperatura betonului preparat.

Prelucrarea statistică a observațiilor făcute, pe timpul unei ierni, la un număr de stații (într-o singură treaptă și în două trepte), prin care s-au pus în evidență corelările existente între temperatura betonului obținut și diferiții parametri mai importanți, a dus la rezultate neașteptat de încurajatoare. A rezultat că coeficientul de corelație între temperatura betonului și cea a apei variază între 0,68—0,84 (fig. 1). S-a apreciat că pe linia de simplificare urmărită, o corelație atît de puternică ne permite, fără prejudicii prea mari, să neglijăm ceilalți parametri.

Funcția liniară de regresie de forma

$$T_b = a + b\,T_a, \tag{1}$$

care corelează temperatura betonului (T_b) cu temperatura apei (T_a), se poate transforma cu ușurință într-o ecuație de balanță termică, ecuație care pune în lumină sensul său fizic.

Într-adevăr, putem spune că conținutul de căldură al unui m³ de beton (Q_b) este egal cu conținutul de căldură al componenților solizi, inclusiv apa conținută în agregate (Q_s), adunat cu acela al apei încălzite folosite (Q_a):

$$Q_b = Q_s + Q_a\,. \tag{2}$$

Trebuie să ținem seamă că Q_b este de fapt produsul dintre temperatura betonului și conținutul său unitar de căldură ($q_b \simeq 600$ kcal/m³): $Q_b \simeq 600\ T_b$.

Totodată, Q_a este produsul dintre temperatura apei, conținutul unitar de căldură ($q_a = 1$ kcal/l) și cantitatea de apă încălzită introdusă în beton (A, în l/m³ beton): $Q_a = A\,T_a$.

Se ajunge astfel la ecuația:

$$T_b = \frac{Q_s}{600} + \frac{A}{600}\,T_a. \tag{3}$$

Comparînd ecuațiile (1) și (3) rezultă că

$$a = \frac{Q_s}{600} \tag{4}$$

și

$$b = \frac{A}{600}\bullet \tag{5}$$

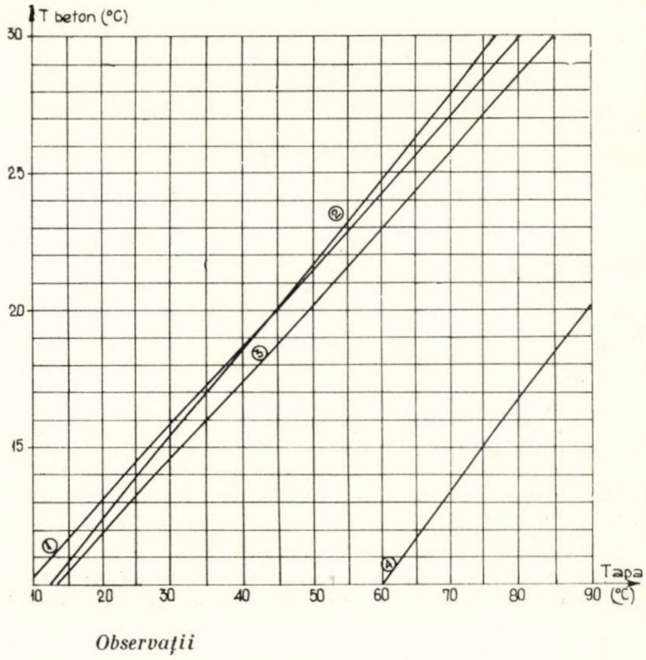
Această interpretare fizică a corelației liniare stabilite între temperatura betonului și a apei permite o serie de comentarii:

— Termenul liber (a), care marchează originea liniei de regresie, este proporțional cu conținutul de căldură al componenților solizi, între care agregatele joacă rolul preponderent. Acesta depinde deci în mare măsură de umiditatea agregatelor, gradul lor de înghețare și caracteristicile constructive ale instalațiilor folosite pentru încălzirea lor.

În felul acesta se explică semnul negativ al termenului liber ($a = -8.53$) al funcției (4) stabilită pentru o stație în două trepte la care agregatele nu au fost încălzite. Se poate interpreta că, în medie, dezghețarea agregatelor a necesitat în acel caz o cantitate de căldură $Q_s = 600\,a = 600 \times 8{,}53 \simeq$ $\simeq 5\,100$ kcal/m³ beton.

Atrage atenția valoarea relativ apropiată a termenului liber pentru stațiile la care agregatele au fost încălzite, fie că era vorba despre stații într-o treaptă sau în două trepte ($a \simeq 6{,}00 \ldots 7{,}27$). Dacă admitem că conținutul unitar de căldură al componenților solizi (la temperaturi pozitive) este

Fig. 1. Corelația dintre temperatura apei și a betonului. Compararea liniilor de regresie pentru patru serii de observații



Observații

1. Stație de betoane mecanizată cu depozit de consum pentru agregate în silozuri cu registre de încălzire pe contur
2. Stație de betoane automatizată cu depozit de consum pentru agregate într-un siloz cu registre de încălzire radiale
3. Stație de betoane cu depozit de consum pentru agregate la sol, cu registre de încălzire orizontale, dispuse la baza haldelor
4. Stație de betoane cu depozit de consum pentru agregate la sol, fără instalație de încălzire.

Stație de betoane	Funcția de regresie	Coeficientul de corelație (r)	Caracterizarea corelației
1	Y = 7,267+0,287 X	0,843	„puternică"
2	Y = 6,006+0,312 X	0,820	„puternică"
3	Y = 6,357+0,277 X	0,688	„medie"
4	Y = −8,53 +0,296 X	0,680	„medie"

de circa 500 kcal/m³ beton, se poate deduce cu ușurință temperatura medie a componenților solizi $T_s = \frac{600}{500} \cdot a = 1{,}2$; în cazurile examinate rezultă că temperatura medie cu care erau introduse agregatele se situa între +7,2 și +9.3°C.

— Al doilea termen (b) din corelația stabilită, care marchează înclinarea liniei de regresie, este proporțional cu cantitatea de apă încălzită, adică depinde de rețetă și de umiditatea agregatelor. Valorile observate (fig. 1) — $b = 0{,}28...0{,}31$ au fost destul de apropiate de la o stație la alta, însă pun în evidență că s-au folosit doze de apă încălzită care par exagerate ($A = 600$ $b = 168...186$ l), dacă se ține seamă și de apa introdusă prin umiditatea agregatelor.

★

Observațiile efectuate și interpretarea lor statistică ne îndreptățesc să recomandăm ca reglarea temperaturii betonului să se facă într-o formă simplificată, luînd sub control doar temperatura apei, dacă avem în vedere corelarea puternică existentă între acești doi parametri.

In acest caz, într-o stație oarecare s-ar impune următoarea procedură : pe o perioadă de timp friguros se efectuează o serie de perechi de observații ale temperaturilor betonului și apei. Cu ajutorul acestora se construiește funcția de regresie specifică acelei stații. Apoi, alegînd un anumit nivel de încredere (probabilitatea dorită ca rezultatele efective să nu încalce prevederile), se stabilește domeniul de încredere al liniei de regresie stabilite. În felul acesta apare o nouă linie de regresie, operativă. Vom avea astfel certitudinea, la nivelul de încredere ales, că, adoptînd pentru apă temperatura indicată de diagramă, temperatura betonului nu va coborî sub limita cerută.

Punerea în lumină a sensului fizic pe care îl are corelația stabilită ne sugerează însă o procedură statistico-analitică, procedură care, pe lîngă că este mai simplă decît cea pur statistică, permite și o adaptare dinamică mai elastică la diferitele schimbări care apar în decursul iernii în parametrii mai greu controlabili, cum sînt fluctuația umidității agregatelor sau starea de înghețare a acestora datorită fluctuațiilor temperaturii aerului exterior.

Această procedură simplificată se prezintă astfel :

a) Pentru fiecare rețetă (K) folosită se stabilește valoarea termenului b din funcția de regresie : $\left[b_K = \frac{A_K}{600}\right]$ în care A_K este cantitatea de apă introdusă prin dozator (l/m³ beton) la acea rețetă K.

b) Pe această bază se construiește pentru fiecare rețetă cîte o diagramă cu mai multe linii de regresie paralele ($b = b_K$) cu origini diferite (de pildă $a = 4...10$ cu intervale de 0,5) după exemplul din figura 2.

c) Se fac cîteva observații ale perechilor de valori T_b și T_a. Pe baza acestora se deduc valorile termenului a valabile pentru stație în perioada dată :

$$a = T_b - bT_a .$$

Se face media acestei valori.

d) Această dată obținută, se intră în diagramă pe linia de regresie corespunzătoare și, în funcție de temperatura cerută pentru beton, se deduce temperatura necesară a apei.

Valoarea a dedusă la punctul c) se păstrează atîta vreme cît controlul periodic efectuat nu marchează diferențe semnificative ale temperaturii efective a betonului față de valorile prescrise. În cazul apariției unor astfel de diferențe se revizuiește valoarea a.

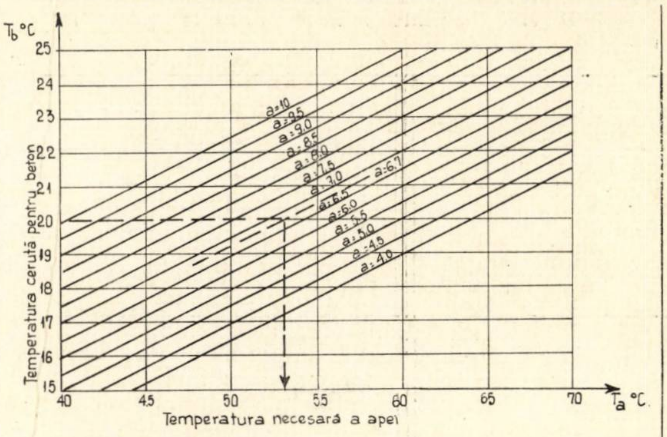
La stațiile care dispun de personal cu oarecare pregătire în statistică este preferabil să se calculeze abaterea standard a valorii termenului a și acesta să fie redus cu cota corespunzătoare, pentru a căpăta certitudinea că, la nivelul de încredere cerut, temperatura efectivă nu va coborî sub valoarea cerută.

Exemplu de calcul

1. *Calculul analitic al termenului b*

Rețeta . . . . .nr. 2

Doza totală de apă . . . . . $A_t = 190$ l/m³ beton



Exemplu de folosire

S-a stabilit analitic : = 0,25

S-a stabilit statistic : = 6,7

Funcția de regresie care ne interesează :

$$T_a = 6{,}7 + 0{,}25\ T_a$$

Se cere : $T_b = +20°$ C

Rezultă necesar : $T_a = +53°$ C

Observații

În cazul dat, rețeta se caracterizează printr-o cantitate de apă (încălzită) trecută prin dozator :

$$A = 150 \text{ l/m}^3 \text{ beton}$$

Termenul b din funcția de regresie rezultă :

$$b = \frac{A}{600} = 0{,}25$$

Pentru termenul a s-au luat valori între 4,0 — 10 cu interval 0,5

Fig. 2. Exemplu de construire a diagramei de corelare între temperatura betonului și temperatura apei

Apă conținută în agregate . . . . . $A_s = 40$ l/m³ beton

Apă (încălzită) trecută prin dozator $A = 150$ l/m³/beton

Termenul $b = \frac{A}{600}$ . . . . = 0,25

2. *Calculul statistic al termenului a*

Se fac cinci perechi de măsurători pentru T_b și T_a. Rezultă :

Nr. măs.	T_b	T_a	$b\ T_a = 0{,}25\ T_a$	$a = T_b - bT_a$
1	17	39,5	9,9	7,1
2	19	48,5	12,1	6,9
3	20	51	12,8	7,2
4	22	60	15,0	7,0
5	22	61	15,2	6,8

Media : $\bar{a} = 7{,}0$.

3. *Temperatura necesară a apei în prima aproximație*

Intr-o primă aproximație, funcția de regresie în cazul dat va fi, după (1) :

$$T_b = 7{,}0 + 0{,}25\ T_a .$$

Dacă, de pildă, se cere ca betonul să fie livrat din stație, în medie, la temperatura de +20°C, va trebui să menținem temperatura apei la nivelul

$$T_a = \frac{+20 - 7}{0{,}25} = +52°\text{C}.$$

4. *Temperatura corectată a apei*

Dacă dorim însă să ne asigurăm, la un anumit nivel de încredere, că temperatura efectivă a betonului nu va coborî sub limita prescrisă, va trebui să ţinem seamă de dispersia rezultatelor obţinute pentru termenul a care se deduce mai jos :

u	a	$a-\overline{a}$	$(a-\overline{a})^2$
1	7,1	+0,1	0,01
2	6,9	−0,1	0,01
3	7,2	+0,2	0,04
4	7,0	0	0
5	7,8	−0,2	0,04
$n=5$	$\Sigma=35$		$\Sigma=0{,}10$

$$\overline{a} = \frac{35}{5} = 7.$$

$$\text{Dispersia}\quad s^2 = \frac{(a-\overline{a})^2}{n-1} = \frac{0{,}10}{5-1} = 0{,}025,$$

iar abaterea tip va fi $s = \sqrt{0{,}025} = 0{,}16$.

Ne rămîne să hotărîm asupra nivelului de încredere pretins. Dacă vom cere, de pildă, ca, în cel mult 5% din cazuri, temperatura efectivă a betonului să nu coboare sub nivelul cerut şi ţinînd seamă că într-o distribuţie normală abaterile sînt nu numai sub medie, ci şi deasupra ei, putem conveni că nivelul de încredere cerut este de 10%.

Termenul $\overline{a}$ corectat, pe care îl vom denumi $\overline{a}_c$, va fi în acest caz :

$$\overline{a}_c = \overline{a} - t \cdot s \qquad (6)$$

în care introducem valoarea $t = 2{,}13$ din tabelele statistice calculate pentru astfel de scopuri (a se vedea, de pildă, STAS 7122—65) corespunzător nivelului de încredere de 10% şi unui număr de grade de libertate (f) dedus din numărul de observaţii (n) :

$$f = n - 1 = 5 - 1 = 4.$$

Rezultă : $\overline{a}_c = 7{,}0 - 2{,}13 \times 0{,}16 = 6{,}66 =$ rotund 6,7.

În acest caz va trebui să menţinem o temperatură a apei egală cu :

$$T_a = \frac{+\,20 - 6{,}66}{0{,}25} \simeq +\,53°\text{C}.$$

Se recomandă ca numărul de observaţii să fie stabilit în funcţie de mărimea obţinută pentru abaterea tip a lui a la primele cinci măsurători. Aceste recomandări, cît şi valorile t corespunzătoare nivelului de încredere de 10% (cel mult 5% abateri sub limită) se dau în tabela de mai jos :

Abaterea tip (s)	pînă la 0,2	peste 0,2, pînă la 0,5	peste 0,5
Număr de observaţii recomandat	5	15	30
Numărul gradelor de libertate	4	14	29
t	2,13	1,76	1,70

★

Se poate observa din cele expuse că procedura propusă pentru reglarea temperaturii betonului livrat din staţii a devenit deosebit de simplă, întrucît din multitudinea de parametri care intervin în balanţa termică a betonului nu se mai ţine sub control decît temperatura apei. Procedeul permite să se ia în considerare orice nivel de încredere dorit şi să se ţină seamă cu uşurinţă de orice schimbări mai importante survenite în mulţimea acestor parametri care nu sînt ţinuţi sub control.

Din punct de vedere practic se dovedeşte însă necesar să putem dirija cu suficientă precizie temperatura apei, fapt care constituie un subiect de reflecţie în ceea ce priveşte nivelul tehnic necesar pentru păstrarea unor niveluri constante ale temperaturii în instalaţiile de încălzire a apei.

Bibliografie

[1] *Cercetări privind încălzirea componenţilor pe timp friguros la staţiile de beton în două trepte.* Bucureşti, Colecţia S.C.I. 1966 .

CRONICA

Premiile Comitetului de Stat pentru Construcţii, Arhitectură şi Sistematizare pe anul 1968

Recent, Comitetul de Stat pentru Construcţii, Arhitectură şi Sistematizare a acordat premii — însumînd 350 000 lei — unor lucrări valoroase realizate în ultimii ani în domeniul proiectării şi executării construcţiilor, al sistematizării centrelor populate şi a teritoriului.

Premiile au fost acordate pentru creaţii deosebite în arhitectură şi sistematizare, pentru aplicarea în proiectare a unor soluţii înaintate care duc la creşterea gradului de industrializare în execuţie sau la indici tehnico-economici deosebit de favorabili, pentru introducerea în practica execuţiei lucrărilor de construcţii-montaj a unor materiale, procedee şi utilaje noi corespunzătoare nivelului tehnicii mondiale, precum şi a unor soluţii prin care se obţin rezultate deosebite în reducerea consumurilor de oţel profilat şi de material lemnos de răşinoase,faţă de prevederile proiectului, pentru restaurarea şi punerea în valoare a monumentelor istorice.

Au fost premiate colective din organizaţii de proiectare şi de execuţie pentru următoarele lucrări :

I. Clădiri de locuit

1. *Serie de clădiri de locuit din panouri mari pe tehnologia fabricii Militari - proiect tip (C.S.C.A.S/I.P.C.T.)*
   Arh. Juster Wily, ing. Berleanu Ion, ing. Brînzei Alexandru, arh. Avram B., ing. Vasilescu R.
2. *Hotelul turistic ,,Delta'' din municipiul Tulcea (CPJ Constanţa/D.S.A.P.C.-Constanţa)*
   Arh. Şefchi Lufti, arh. Clădescu Lucia, ing. Guter Constantin, ing. Verioti Constantin
3. *Ansamblul hotelier ,,Trotuş'' din municipiul Gh. Gheorghiu-Dej (C.S.C.A.S./I.S.C.A.S.).*.
   Arh. Constantinescu Violeta, arh. Atanasiu Ştefania, ing. Marin Anneliese
4. *Blocuri punct cu p+4 niveluri din zidărie portantă-proiecte directive (C.S.C.A.S./I.P.C.T.)*
   Arh. Florian Alex., arh. Bortnovschi L.
5. *Noi tipuri de apartamente diferenţiate pe număr de niveluri şi sisteme constructive-proiect directiv (C.S.C.A.S./I.P.C.T.)*
   Arh. Negreanu Gh., arh. Caffé Mihai, arh. Petrovici Viorica, arh. Florian Alex., arh. Mihăilescu Paul, ing. Suţescu Paul.
6. *Studii pentru stabilirea noilor preţuri plafon de locuinţe (C.S.C.A.S./I.P.C.T.)*
   Arh. Sebestyen Gheorghe, ing. Weiser Leon.

II. Clădiri social-culturale

1. *Spitalul cu 700 de paturi din municipiul Hunedoara (C. S. C. A. S./I. S. C. A S.)*
   Arh. Trifu Gheorghe, arh. Coman Petre, ing. Boverman Alfred, ing. Cămîrzan Mihaela, ing. Mirea Atanasie

2. *Policlinici în mediu urban pentru 600 și 1 800 consultații pe zi - proiecte tip (C. S. C. A. S./I. S. C. A. S.)* Arh. Stoenescu Elena, arh. Popescu Emilian, ing. Ispas Maria, ing. Marin Anneliese, ing. Tavsance Gheorghe, ing. Constantin C-tin.
3. *Cinematograf cu 800 de locuri — proiect directiv (C. S. C. A.S./I.P.C.T.)* Arh. Bucur Mariana
4. *Cinematograf ,,Dacia" din municipiul Baia Mare (CPJ Maramureș/ D.S.A.P.C. — Maramureș)*
   Ing. Lazăr Radu, tehn. Nega Viorel, ing. Tolnai Vasile, ing. Mihale Dumitru
5. *Bazin acoperit de înot în municipiul Cluj (CPJ Cluj/D. S. A. P. C.-Cluj)* Arh. Litvin Nicolae, ing. Sarlea Vasile, ing. Popa Liviu, ing. Morcan Liviu, ing. Pop Ion

III. **Monumente istorice**

1. *Restaurarea castelului Corvinilor din municipiul Hunedoara (C. S. C. A. S./ D. M. I.)*
   Arh. Chefneux Eugen, șef. lot Bagjui Ludovic

IV. **Construcții industriale**

1. *Laminorul de tablă groasă și hala cuptoarelor adînci de la Combinatul siderurgic ,,Gh. Gheorghiu-Dej" din Galați (MIM/IPL)*
   Ing. Ghiță Nicolae, ing. Șerbănescu Dinu, ing. Iancu Leon, ing. Zorilă Mircea, arh. Drechsler Fr., arh.Popescu Necșești
2. *Fabrica de elemente de automatizare București (M. I. C. M./I. P. E. T.)* Arh. Hagiu Victor, ing. Eliade Gheorghe, arh. Popescu Iosif, ing. Rușcă C., proiectant Stroia C.
3. *Cataloage de elemente și secțiuni exemplificative de hale industriale cu structuri din grinzi cu inimă plină — proiect tip (C. S. C. A. S./I. P. C.T.)* Ing. Cazacliu Anatol, ing. Săndulescu Gh., ing. Buta Cornelia, ing. Petrescu Vasile, ing. Vasilescu Rodica, ing. Niculescu Gheorghe, ing. Căpățînă Dan
4. *Elemente și secțiuni exemplificative pentru hale industriale din beton armat (C. S. C. A. S./I. P. C. T.)*
   Ing. Grigoriu Constantin, ing. Dabija Mioara, ing. Mareș Liliana, ing. Nelepcu Dinu, ing. Popovici Mihai, arh. György Emeric, arg. Crețoiu Radu
5. *Catalog de elemente prefabricate T și TT pentru hale industriale (M.I.C./ I. P. I. M. P.)*
   Ing. Baiculescu Emilian, ing. Anastasiu Dan. ing. Popovici Liana, ing. Ivanovschi Valentin, arh. Mănescu Nicolae
6. *Fabrica de prefabricate Călărași (M. I. C./I. P. I. M. P. C.)*
   Ing. Bențe Radu, arh. Moldovan Irina, ing. Arienescu C-tin, ing. Mihalache Nicolae, arh. Polizu Gheorghe
7. *Siloz de cereale Palas-Constanța (M. I. C./I. P. I. M. P. C.)* Arh. Cristoloveanu Virgil, ing. Bucur Nicolae, ing. Cotta Radu, arh. Stănescu Adrian
8. *Secțiuni de hale metalice cu deschideri de 24 m și 30 m, travee de 12 m și poduri rulante — proiect tip (M. I. M./ IPROMET)*
   Ing. Ionescu Mihai, ing. Hristea Dumitru, ing. Antonescu Eugen, ing. Mocanu Vasile, proiectant Constantinescu C-tin
9. *Fabrica de mobilă Vaslui (M. E. F./ I. S. P. F.)*
   Ing. Atanasiu Florin, arh. Gruia Maria, ing. Mănescu Gheorghe, arh. Iogu Nicolae
10. *Fabrica de mobilă și furnire estetice Constanța (M. E. F./I. S. P. F.)* Ing. Steer Nicolae, arh. Lungu Gheorghe, ing. Benea Ioan, ing. Oancea Adela
11. *Instalația de preparare a bauxitei Dobrești (M. M. /I P R O M I N)* Ing. Dumitrescu Dinu, arh. Drocan Emil, ing. Teodorescu Șerban, ing. Arghiriade Gheorghe
12. *Depozit de uree în vrac la Combinatul chimic Craiova (M. I. Ch/IPRAN)* Ing. Brînzan I.
13. *Antrepozit frigorific portuar de pește Tulcea (M. I. A./IPIA)* Arh. Păsăreanu Cecilia, ing. Dumitreanu Felix, ing. Ghiauși Vasile
14. *Detaliu de sistematizare a zonei industriale Pipera-București (C. P. M. B./ I. P. B.)*
   Arh. Iancu Dumitru, ing. Ciobotaru Ion
15. *Uzina de reparații utilaje agricole Balș (CPJ Dolj/D. S. A. P. C.-Craiova)* Ing. Polihroniade Al., ing. Fischer Heinric, ing. Cucu Mihai
16. *Laborator de cercetări științifice la Stațiunea experimentală legumicolă Buzău (C. S. Agr/I. C. C. A.)* Ing. Steif M., arh. Stoian M.

V. **Lucrări inginerești**

1. *Modernizarea DN 66 pe sectorul Petroșeni-Crivadia (M. T. A. N. A./ I. P. T.)*
   Ing. Pavelescu Ion, ing. Nicolescu Nicolae, ing. Dobrotă Ion, ing. Cinculescu Nicolae, ing. Todea Eugen, ing. Perjescu M., ing. Brummer Ludovic
2. *Modernizarea DN 67 pe sectorul Tg. Jiu-Rm. Vîlcea (M.T.A.N.A/I.P.T.)* Ing. Cassoli Carol, ing. Brenner Artur, pr. Romanovschi Vasile.
3. *Alimentarea cu apă a municipiului Craiova (C. S. Ape/IPACH)* Ing. Teodorescu Mihai, ing. Constantinescu P. Gheorghe, ing. Ghenoiu Constantin, ing. Drăgulinescu Mihai, ing. Voinea Doina, tehn. Romano Mircea
4. *Alimentarea cu apă a municipiului Iași (C. S. Ape/IPACH)* Ing. Pîslărașu Ion, ing. Vlăduț Alexandru, ing. Manea Lucia, ing. Neagu Alexandru
5. *Alimentarea cu apă a exploatării miniere Bălan (C. S. Ape/IPACH)* Ing. Cismărița Dumitru, ing. Teodorescu Aristide, ing. Burlacu Ariana
6. *Coșuri de fum din beton armat pentru termocentrale (M. E. E./I. S. P. E.)* Ing. Marinescu Emil, ing. Popescu Cristian, ing. Chițu Dan, ing. Bălășescu Vlad, tehn. Istrătescu Gheorghe
7. *Farul direcțional Sf. Gheorghe din Delta Dunării (M.I.C./I.P.I.M.P.C.)* Arh. Polizu Gheorghe, ing. Bacioiu Adrian, ing. Mihalache Nicolae
8. *Puncte termice pentru ansambluri urbane — proiect directiv (C. S.C.A.S./ I. P. C. T.)*
   Ing. Georgescu-Paraipan Lucia, ing. Vasilescu Paul
9. *Calculul stabilității barajelor neomogene din materiale locale cu ajutorul calculatorului electronic (M. E. E./* I. *S. P. H.)*
   Ing. Antoci Petre, ing. Mihăilescu Victor, ing. Horodinschi Otto, ing. Dogaru Lucian, ing. Dogaru Dana
10. *Rulotă cu 12 locuri din materiale pe bază de rășini sintetice (M. P./ I. C. M. D.)*
    Arh. Ionescu-Ghinea Nicolae, ing. Petrescu Vintilă, arh. Jelescu Alex.
11. *Studiul factorilor de încărcare la cunsumatorii de gaze (C. S. C. A. S./ I. P. G. C.)*
    Ing. Gabriel Gheorghe, mat. Cristian Bergthaller, ing. Nicu Sava

VI. **Tehnica nouă**

1. *Clădire de locuit experimentală din panouri mari de zgură expandată din municipiul Deva (C. S. C. A. S./ ISCAS)*
   Ing. Barbaiani Mihai, ing. Ștefănescu Ion, arh. Solomon Ana, ing. Filipidescu Mircea, ing. Dabija Florin

VII. **Execuție**

1. *Complex de odihnă Mangalia-Nord (MIC/Trust 1)*
   Șef șantier Ionescu C-tin, ing. Tudose Iulian, ing. Țincoca Alexandru
2. *Hotel ,,Trotuș" din municipiul Gh. Gheorghiu-Dej (I. S. C. M. Gh. Gheorghiu-Dej/M. C. I. C. R.)*
   Ing. Vlădescu Nicolae, șef șantier Coseac Pavel, șef adjunct șantier Vidrașcu Gh.
3. *Casa de cultură a municipiului Gh. Gheorghiu-Dej (I. S. C. M. Gh. Gheorghiu-Dej/M. C. I. C. R.)*
   Director tehn. Popescu Victor, șef serviciu pr. Dobrițoiu Gh., șef serviciu mec. Dumitrescu Ștefan, ing. Constantinescu Dan, șef serviciu t. prod. Spătaru Tiberiu
4. *Studioul de radio din municipiul Cluj (CPJ Cluj/Tc. Cluj)*
   Ing. Nahalik Artur, ing. instal. Crețu Simion
5. *Restaurantul ,,Pescarul" din municipiul Galați (CPJ Galați/Tc. Galați)* Șef șantier Coroș Eduard

DOCUMENTARE

CONSTRUCŢIE DE BETON PRECOMPRIMAT PENTRU O EXPOZIŢIE

Caracteristicile principale ale construcţiei (fig. 1) — compusă din corpul principal şi aripa de vest — sînt deschiderile mari ale planşeului şi acoperişului, pentru a crea spaţii mari libere şi o structură de rezistenţă care se exprimă explicit în construcţia terminată.

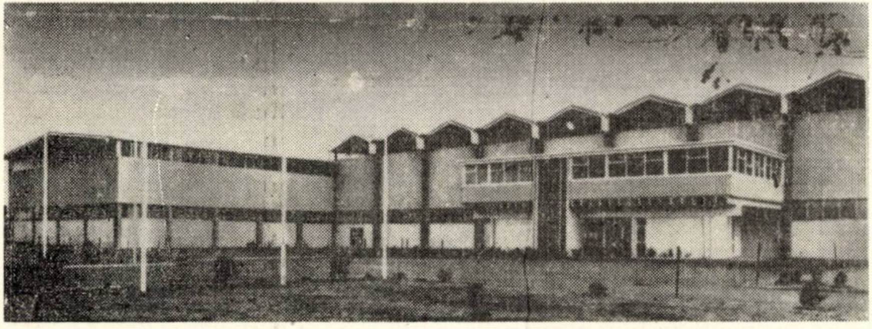


Fig. 1. Vedere generală a construcţiei terminate; la stînga, aripa de vest

S-au utilizat în mare măsură elemente prefabricate de beton, standardizate, în măsura posibilităţilor, pentru a mări viteza de execuţie. Aceste elemente au fost executate în tipare metalice, asigurîndu-se astfel o bună finisare a feţelor lor.

Corpul principal, cu dimensiunile interioare de 67,06 × 36,27 m, este acoperit cu grinzi Y de beton precomprimat, de 39,50 m lungime, cîntărind 36,58 t fiecare. Secţiunea transversală a grinzilor a fost aleasă astfel încît să fie posibilă turnarea lor în tiparele grinzilor T cu aripi variabile. Grinzile au fost precomprimate cu o combinaţie de armături pre- şi postîntinse, permiţînd astfel a se controla contrasăgeata. Aceste grinzi au fost executate la fabrică şi transportate pe şosea pînă la şantier.

Fig. 2. Aspect de la montarea grinzilor Y cu ajutorul a două macarale

Grinzile Y se aşază pe stîlpi (deschiderea de 37,19 m) iniţial simplu rezemate pe plăci de cauciuc, ulterior realizîndu-se monolitizarea prin turnarea betonului în jurul unor armături scoase din stîlpi. Îmbinări bulonate provizorii pe stîlp permit eliberarea rapidă a celor două macarale cu care se montează grinzile (fig. 2).

În sens longitudinal halei, între inimile grinzilor Y se aşază grinzi metalice de rigidizare.

Planşeul peste parter al structurii clădirii administraţiei, care se află în faţa corpului principal, a fost executat cu grinzi TT de beton precomprimat, care formează şi consola de 3,05 m.

Structura aripii de vest a construcţiei a fost dictată de deschiderea liberă de cca 22 m impusă pentru primul planşeu. Pentru a realiza înălţimea de construcţie mică şi a reduce la minimum cantitatea de beton turnată pe şantier, acest planşeu a fost executat cu grinzi TT (fig. 3) prefabricate standardizate, cu înălţimea de 91,5 cm, avînd aripile de 2,28 m lăţime în contact (fig. 4). Aceste grinzi sînt parţial precomprimate, utilizînd o com-

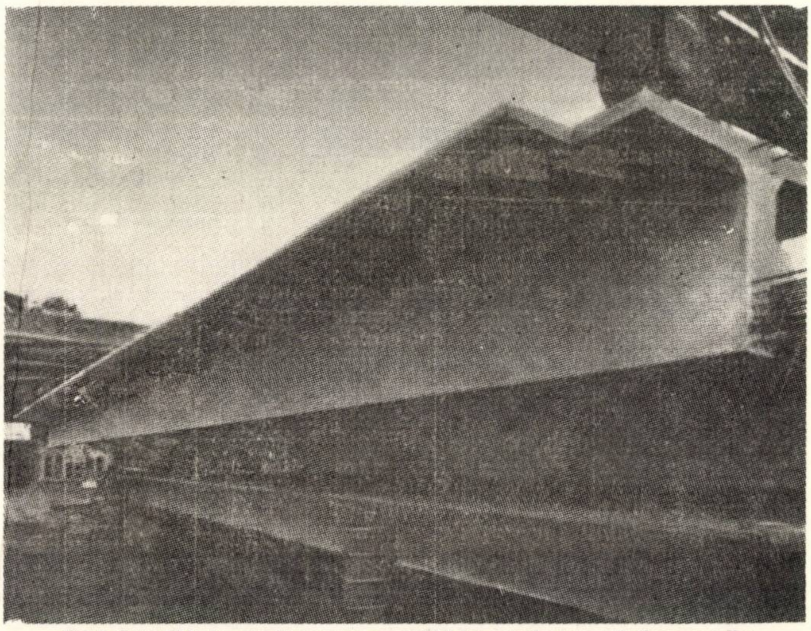
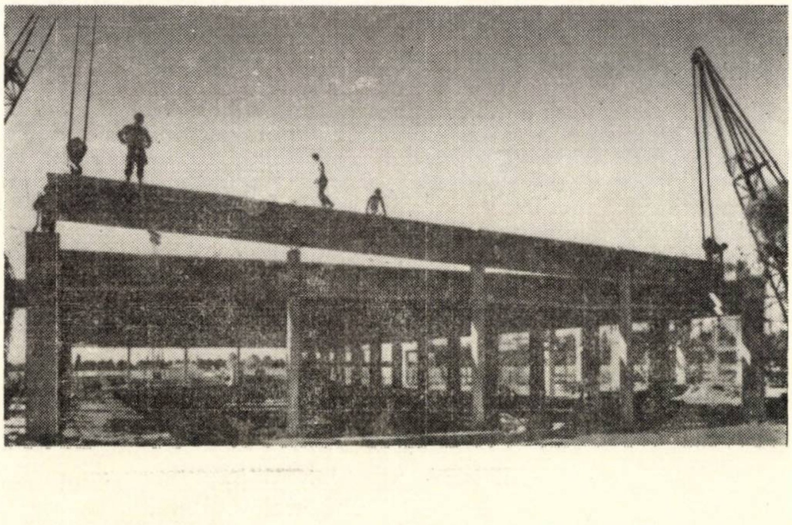


Fig. 3. Grinzi T în depozit. Se remarcă aspectul feţelor grinzilor turnate în tipare metalice

Fig. 4. Montarea celei de a 28-a grinzi T (ultima) la planşeul intermediar al aripii de vest



binaţie de armătură preîntinsă şi de oţel moale. Monolitizarea în construcţie a grinzilor se face prin îmbinări sudate şi beton supraturnat pe plăci.

Pentru realizarea celui de al doilea etaj al aripii de vest s-au utilizat cadre metalice.

Prin folosirea raţională a elementelor prefabricate s-a reuşit a se termina întreaga construcţie în numai 11 luni.

După *N.Z. Concrete construction*, nr. 6, 1968

TUNELUL SEIKAN VA FI CEL MAI LUNG TUNEL SUBMARIN DIN LUME

Pînă astăzi, cel mai lung tunel oceanic din lume este cel de la Severn-Anglia (cca 7 011 m), iar cel mai lung de pe continent este tunelul Simplon (cca 19 824 m) între Elveţia şi Italia. Cînd se va executa tunelul Seikan — care va lega principala insulă a Japoniei, Honshu, de Hokkaido, cea mai nordică insulă, pe sub canalul Tsugaru — el va avea o lungime totală de cca 36 600 m, din care cca 22 100 m sub ocean (fig. 1).

Administraţia naţională a Căilor ferate din Japonia a început în 1966 studiile geologice necesare pentru acest tunel, conceput încă din 1930, dar a cărui execuţie a fost amînată din cauza celui de al doilea război mondial.

Proiectul tunelului a fost impulsionat şi de dezastrul din 1954, cînd feribotul „Toya Maru", care asigura traversarea canalului Tsugaru Kaityo, a fost scufundat de un taifun.

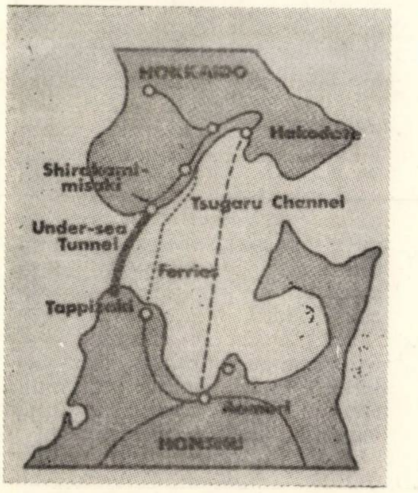
Iniţial, s-a considerat că realizarea lucrării va dura 10 ani şi va costa 60 miliarde yeni.

Studiile seismice şi pe bază de ultrasunete au arătat că două treimi din patul oceanic dinspre insula Hokkaido sînt alcătuite din tuf, restul fiind în principal andezită; ulterior s-au descoperit trei mari falii în amplasamentul tunelului.

Întrucît probleme similare au fost întîlnite şi la execuţia tunelului Kanmon — care leagă insulele Honshu şi Kishu — experienţa executării acestuia a fost studiată cu atenţie.

Acest din urmă pasaj submarin constă dintr-un tunel pentru cale ferată dublă, terminat în 1942, şi un tunel rutier început în 1939 şi terminat — din cauza războiului — abia în 1958. Tunelul pentru calea ferată, avînd o lungime de cca 3 620 m, este executat în două conducte paralele, distanţate la cca 18,30 m prin două tuneluri de drenare (iniţial, tuneluri de prospectare) prin care se pompează zilnic, la cele două capete, cca 2 000 m³ apă.

Fig. 1



Tunelul rutier are două niveluri, cel superior pentru vehicule, iar cel inferior pentru pietoni. Patru puţuri de aerisire de cîte cca 60 m asigură ventilarea aerului. Îmbrăcămintea drumului este executată cu cărămizi cu cupru pentru a evita corodarea de către apa mării.

Tunelul rutier are o lăţime de cca 6,25 m şi o înălţime de 4,00 m şi a necesitat pentru construcţie 3,8 milioane zile/om, 77 000 t de ciment, 14 000 t de oţel şi peste 56 000 m³ cherestea.

La Seikan, pentru a se evita eventualitatea unei catastrofale inundări de către apa mării, s-a prevăzut executarea pînă în anul 1969 a unui tunel de prospectare de cca 2 400 m pe diagonală şi de cca 20 100 m pe orizontală. Construcţia tunelului propriu-zis va începe ulterior, cînd se va decide, pe baza observaţiilor geologilor, dacă tunelul va fi pentru cale simplă (cu diametrul de cca 6,10 m) sau pentru cale dublă (cu diametrul de cca 9,15 m).

Din cauza lungimii proiectate a tunelului, în cazul unui trafic rutier, gazele de eşapament ar necesita o dublare a diametrului tunelului. De aceea, din motive tehnice şi economice, constructorul a ales soluţia ca trecerea vehiculelor să se facă pe platforme speciale tractate de locomotive electrice.

Principala dificultate tehnică întîmpinată la execuţia tunelurilor în Japonia constă în faptul că săpăturile se fac în straturi hidrogenice şi vulcanice separate de fluvii subterane de apă caldă şi în regiuni care abundă în cute şi falii instabile.

În prezent se apreciază că execuţia proiectului — o probă a nivelului atins în Japonia de construcţiile submarine — se va termina în 1975 şi va costa 100 miliarde de yeni. Se aşteaptă ca acest tunel să permită triplarea traficului de pasageri şi de mărfuri.

Din *N. Z. Concrete construction* vol. 12, nr. 6, 1968

UN BLOC CU O STRUCTURĂ DE REZISTENŢĂ NEOBIŞNUITĂ EXECUTATĂ CU COFRAJE GLISANTE

În oraşul New Haven (Connecticut) din Statele Unite ale Americii s-a realizat o clădire administrativă cu înălţimea de 102 m, care marchează o nouă etapă în perfecţionarea tehnicii cofrajelor glisante.

Structura de rezistenţă cuprinde patru coloane cilindrice goale care delimitează colţurile unui pătrat şi un turn central, clădirea fiind prevăzută cu 23 de niveluri din sticlă şi oţel.

Cele patru coloane de pe colţuri, asemănătoare unor celule de silozuri, urmează a adăposti instalaţii mecanice, scări şi grupuri sanitare.

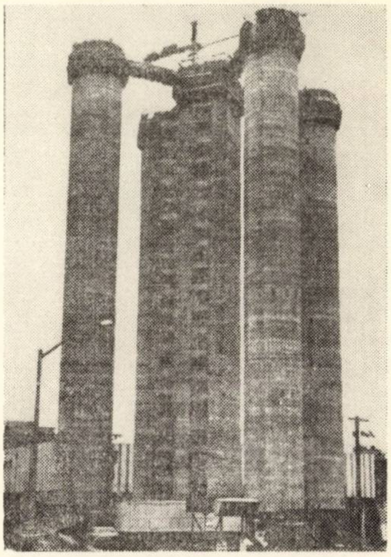


Fig. 1

Diametrul fiecărei coloane este de 8,70 m, iar distanţa între ele este de 24.50 m. Turnul central, de formă pătrată, cu latura de 9,10 m, înglobează şase ascensoare (fig. 1).

Lucrînd în două schimburi a 12 ore, cu un efectiv de aproximativ o sută de oameni, glisarea s-a efectuat în 35 de zile lucrătoare, cofrajul avansînd cu o medie de 3,95 m pe zi. Cu excepţia întreruperii glisării datorită unui vînt care balansa puternic benele cu beton ridicate cu o macara turn, precum şi a întreruperilor din zilele de odihnă, lucrarea a înaintat continuu.

Concepţia construcţiei astfel definită dă acesteia o notă de forţă, atît vizuală, cît şi structurală.

Glisarea concomitentă a coloanelor şi a turnului central a constituit o problemă dificilă pentru a asigura uşilor şi cutiilor metalice de ancoraj cota strictă din proiect pentru fiecare nivel, precum şi verticalitatea celor cinci elemente principale de rezistenţă.

La glisare s-au folosit trei sisteme de control. O reţea din tuburi din materiale plastice umplute cu apă colorată în roşu, pleca de la turnul central la fiecare din cele patru coloane, stabilind nivelul pentru controlul orizontalităţii cofrajului. Controlul verticalităţii se făcea atît optic, prin chepenguri montate în platformele cofrajului, urmărindu-se o serie de repere montate la nivelul solului, cît şi cu ajutorul firelor cu plumb.

Alimentarea cu beton la platformele de lucru se asigura în două moduri. Cele patru coloane de pe margine erau alimentate cu o benă transportată de o macara turn, montată pe cofrajul turnului central, care descărca betonul direct în bucărele de primire. Turnul central avea propriul său sistem de ridicare a benei.

Un operator de pe platforma centrală de lucru comanda o instalaţie de ridicare electrohidraulică, care acţiona verinele pentru fiecare din cele patru platforme de lucru satelite. La fiecare nouă sau zece minute, întregul ansamblu —

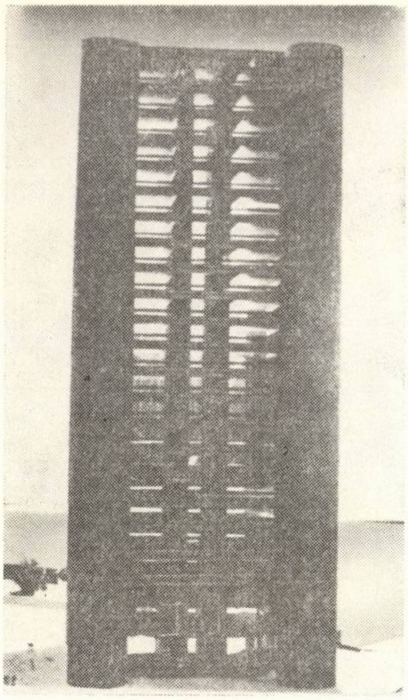


Fig. 2

în greutate de circa 114 tone (inclusiv muncitorii şi macaraua turn) se ridica cu circa 25,4 mm. Tijele de susţinere ale verinelor au rămas înglobate în pereţii elementelor de structură.

Pe platformele inferioare de lucru, muncitorii finisau betonul pe măsura ieşirii din cofraj, îl tratau cu o soluţie de protecţie şi pregăteau nişele unde urma să se monteze grinzile metalice de legătură.

Pereţii coloanelor urmează să fie placaţi cu plăci de culoare roşiatică spre cafeniu. Dimensiunile lor cresc în grosime de la 30,5 cm la partea exterioară, la 50 cm la interior, în dreptul cadrelor uşilor de intrare spre nivelurile respective.

Clădirea face parte dintr-un complex care include o sală de expoziţie şi un stadion, un garaj şi o piaţă publică.

Din fundaţia clădirii, în grosime de 152 cm, pornesc elementele verticale. Turnul central va fi vizibil prin pereţii de sticlă (fig. 2).

Echipamentul mecanic şi de aer condiţionat va fi montat pe acoperiş.

După *Engineering news record*, noiembrie, 1967

DEZVOLTAREA UTILIZĂRII SITELOR DE CAUCIUC PENTRU CIURURI

Sitele reprezintă organul de lucru al ciururilor, care, venind în contact cu materialul de sortat, îl separă după fracţiuni de granulaţie.

Sitele clasice, executate din bare metalice laminate sub formă de grătare, din tablă perforată sau din sîrmă împletită, prezintă un principal dezavantaj comun : o uzură accelerată, care impune schimbarea lor după 100—200 de ore de funcţionare.

În scopul îmbunătăţirii comportării sitelor la uzura prin abraziune s-au încercat o serie de soluţii constructive pe bază de cauciuc.

În prima etapă s-a încercat încă din 1930, în S.U.A., ca pe ambele suprafeţe ale sitelor de tablă de oţel perforată să se pulverizeze o îmbrăcăminte elastică de cauciuc. Însă aceste site prevăzute cu găuri cilindrice se înfundau uşor cu material în timpul funcţionării.

Începînd din anul 1950 s-au făcut o serie de noi cercetări în Suedia. Prima soluţie de sită care a dat rezultate (fig. 1) constă dintr-un strat elastic de cauciuc *1*, aplicat cu ajutorul unei pelicule de adeziv *2* pe un suport de tablă *3*. Adaptarea unei găuri conice de dimensiuni mai mici în stratul de cauciuc de grosime dublă faţă de suportul de metal, a îmbunătăţit substanţial funcţionabilitatea sitelor. Astfel, datorită comportării elastice a cauciucului la trecerea materialului prin găuri se măreşte rezistenţa sitei la abraziune.

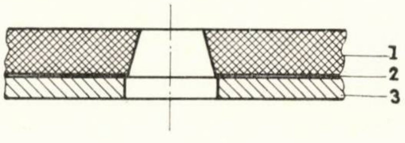


Fig: 1

De asemenea, datorită revenirii elastice a pereţilor găurilor după trecerea materialului apare un fenomen de autocurăţire care elimină pericolul de înfundare a ochiurilor sitei.

Pentru micşorarea distanţei dintre găurile sitei s-a încercat înlocuirea substratului suport de tablă cu inserţii textile în masa cauciucului, dar la perforarea găurilor, rezistenţa sitei a scăzut foarte mult. Nici armarea cauciucului cu fire şi corzi metalice nu a dus la un progres, deoarece acestea distrugeau cauciucul foarte repede.

Cele mai bune rezultate s-au obţinut prin înlocuirea stratului suport de metal tot cu un strat de cauciuc de duritate mai mare (fig. 2).

Lipirea celor două straturi de cauciuc, de durităţi diferite, realizată prin vulcanizare, s-a dovedit a fi rezistentă la oboseală, cedînd numai după 5×10^8 cicluri.

Deoarece aceste site executate în întregime din cauciuc înmagazinează o anumită vibraţie proprie pe direcţia de înaintare a materialului pe ciur, care reduce diametrul liber de trecere al materialului, pentru a se obţine sortul prescris este necesar ca diametrul găurilor să fie puţin mai mare ca la sitele tradiţionale.

Experienţele făcute cu astfel de site în Suedia şi în Republica Federală a Germaniei au scos în evidenţă importantele avantaje tehnice şi economice ale acestora.

În tabela 1 se prezintă rezultatele unei cercetări comparative făcute în Suedia.

Tabela aceasta ilustrează creşterea importantă a vieţii sitelor de cauciuc faţă de a sitelor tradiţionale, fapt care se reflectă în reducerea costurilor de exploatare.

Fig. 2

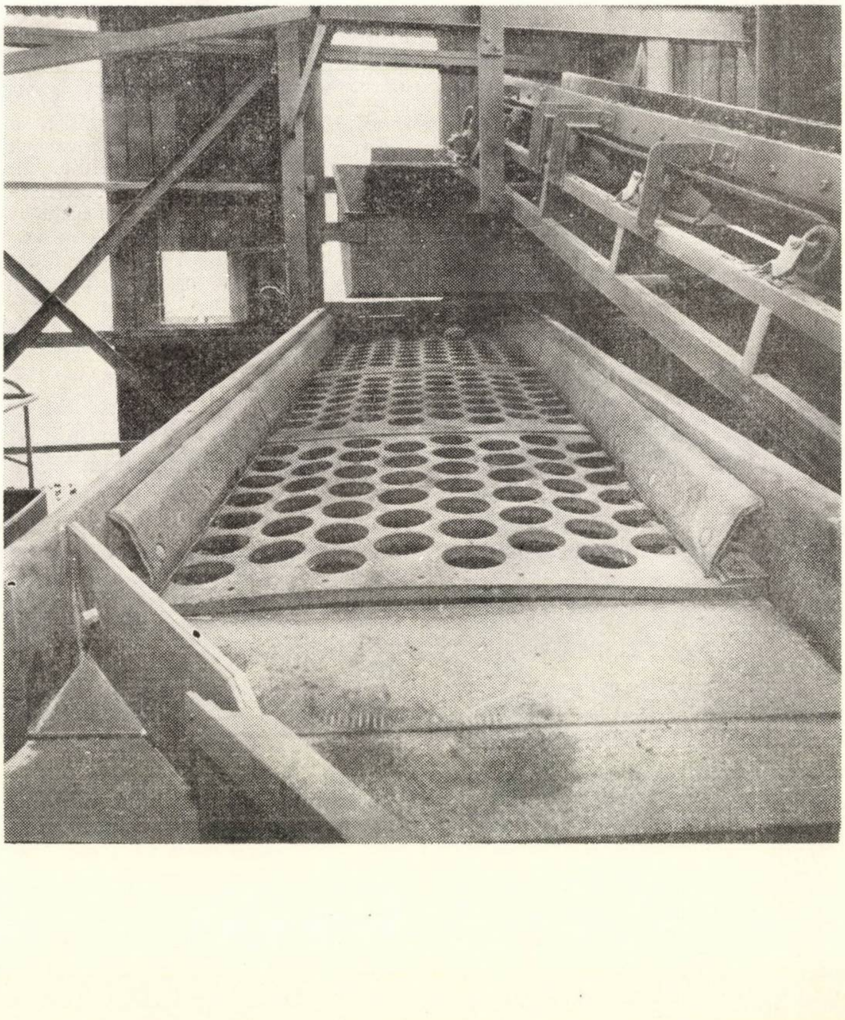


Tabela 1

Tipul sitei	Viața sitei exprimată în cantitatea de material sortat (t)	Costurile relative datorită uzurii sitei la milionul de tone sortate (%)
1	2	3
Tablă perforată de 10 mm grosime	50 000	100
Grătar din bare de 25 mm	130 000	51
Suport din tablă perforată de 5 mm grosime cu un strat de cauciuc de 12 mm	600 000	13
Cauciuc de 25 mm grosime	900 000	13

O altă experiență, făcută în anul 1966 la o balastieră din R.F.G. pe un ciur de 1400 × 4000 mm cu o sită de cauciuc din două straturi — stratul inferior de 15 mm, stratul superior de 23 mm — prevăzută cu găuri de Ø 32 mm, pentru sortarea de agregate cu granulația 0—120 mm și cu umiditatea de 20 — 25%, a dat rezultate foarte bune. Sita, funcționînd cu o productivitate de 100 m^3/h, din care 80—85% reprezintă sortul de 30 mm, a avut o viață de 4 000 h.

Experiențele au arătat, de asemenea, că datorită elasticității sitei de cauciuc crește viteza de deplasare a materialului pe ciur și ca urmare se poate reduce pînă la jumătate turația arborelui ciurului, ceea ce are ca efect o apreciabilă creștere a vieții rulmenților.

În același timp s-a confirmat și eficiența efectului de autocurățire a sitei care, chiar în condiții meteorologice defavorabile, cînd materialul de sortat este ud și murdar, nu se înfundă.

O experiență efectuată într-o carieră de calcar, pentru sortarea unui material cu granulație 0—200 mm, cu o sită cu un strat de cauciuc de 25 mm, prevăzută cu găuri de Ø 55 mm, a pus în evidență și îmbunătățirea condițiilor ergonomice, prin reducerea zgomotului global produs de ciur, de la 105—108 dB înregistrați la sita clasică de tablă perforată, la 92—95 dB.

Aceste site de cauciuc prezintă două dezavantaje : o rezistență limitată la temperaturi ridicate, precum și o suprafață activă pentru ciuruirea sorturilor fine mai mică decît la sitele clasice.

Ing. Valeriu Goran

Bibliografie

The development of rubber screen clothes in various industrial branches and experience acquired in their use, Aufbereitungestechnic 11/67, Trelleborg-Tretorn Group, Suedia.

RECENZII

Prey Otto, Rudolf Trostel

PNEVMATICESKIE STROITELNÎE KONSTRUKȚII

Construcții pneumatice

Alcătuirea constructivă și calculul construcțiilor din cabluri, plase și membrane

Moscova, Editura pentru literatura de construcții 1967.

Această carte este de fapt o continuare și o adîncire a problemelor care au fost expuse în prima lucrare a autorului „Acoperișul suspendat".

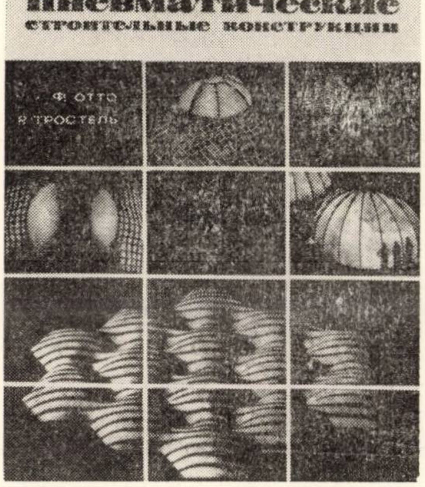
Cartea se compune din trei părți și anume : Construcții pneumatice, Calculul membranelor și Fundații ancorate.

Prima parte prezintă în primul rînd interes pentru arhitectul proiectant, dar poate să intereseze și pe inginerul constructor prin prezentarea diferitelor aplicații ale unor astfel de construcții.

După o introducere necesară în acest domeniu nou al construcțiilor în care se insistă asupra noțiunilor de bază, asupra modelului reprezentat prin bășica de săpun, cum și asupra formelor folosite la construcțiile pneumatice, expunerea este continuată cu o serie de capitole, dintre care cele mai interesante sînt : construcții pneumatice cu suprapresiune interioară, suprafețe sferice (cupola simplă și dublă, cupola cu contur poligonal în plan), suprafețe cilindrice și conice, construcții pneumatice de formă inelară, structuri cu pereți interiori, construcții tip pernă etc.

Un capitol cu interes deosebit pentru ingineri este acela al formelor noi pentru reținerea sau înmagazinarea lichidelor. Trecîndu-se apoi la construcții combinate, se abordează unele probleme specifice acestor construcții.

Prima parte se încheie cu unele elemente constructive și tehnologice, ca, de exemplu : alcătuirea constructivă a ușilor și ferestrelor, realizarea presiunii necesare de aer, date privind materialele necesare.



Partea a doua, destinată în primul rînd inginerului statician, prezintă o serie de elemente specifice din domeniile rezistenței materialelor și staticii construcțiilor, cu aplicație directă la construcțiile pneumatice.

Astfel, de la date geometrice și teoria membranei cu deformații mici se trece la teoria generală a suprafețelor de rotație, exprimîndu-se teoriile și formulele de calcul referitoare la membranele sferice, conice, cilindrice, în formă de tor circular etc.

De asemenea, se studiază comportarea tubului circular închis ca element portant, cît și cea a unor tuburi slab curbate (arce).

Într-un capitol special este tratată problema comportării statice a membranelor în cazul unor deformații mari. Un ultim capitol se referă la teoria suprafețelor în formă de picătură.

În partea a treia, mai puțin dezvoltată, sînt tratate unele detalii constructive, insistîndu-se asupra diferitelor tipuri de ancoraje.

Cartea e bogat ilustrată, cu figuri și unele reproduceri ale lucrărilor executate sau ale modelelor, care sînt prezentate sugestiv.

În partea a doua se apelează la cunoștințe superioare din domeniul geometriei diferențiale a suprafețelor, la analiza vectorială, care însă nu depășesc cunoștințele generale ale inginerului proiectant.

Elementele constructive descrise în carte au perspective și în domeniul construcțiilor din țara noastră, punînd la îndemîna inginerului proiectant și a arhitectului noțiunile de bază, precum și un bogat material documentar privind realizarea a diferite construcții pneumatice.

Ing. Robert Möckesch

Lazarov V., Tatarov I.,
Ivancev I., Gocev S.

UNIVERSALNI SPORTO-ZRELISTNI ZGRADI

Construcţii de hale sportive universale

Sofia, Editura tehnică, 1965, 242 pag.

Cartea constituie un manual preţios pentru proiectare, fiind utilă deopotrivă inginerilor şi arhitecţilor. Lucrarea cuprinde şase capitole.

Capitolul 1 tratează condiţiilor generale pe care trebuie să le îndeplinească locul pe care se desfăşoară competiţia sportivă, precum şi cele care se pun pentru zona înconjurătoare destinată spectatorilor, arătîndu-se care sînt tendinţele actuale privind concepţia unui nou tip cu caracter de universalitate, în care hala nu mai este specializată pentru un anumit gen de sport.

În capitolul 2 se expun funcţiile generale şi condiţiile de care trebuie să se ţină seama la proiectare.

În capitolul 3 se detaliază elementele componente ale ansamblului hală sportivă şi anume:

— cîmpul de jocuri sportive (dimensiunile generale, linia naturală şi cea artificială), precum şi accesul sportivilor;

— zona spectatorilor, la care se tratează vizibilitatea, categorisirea locurilor, metode pentru obţinerea unui profil adecvat al tribunelor, accesul şi evacuarea publicului, prevederea unor locuri pentru persoane oficiale şi reprezentanţi ai presei.

În mod special se insistă asupra posibilităţilor de transformare rapidă a sălii, analizîndu-se schemele şi elementele componente ale unor astfel de operaţii.

УНИВЕРСАЛНИ
СПОРТНО-ЗРЕЛИЩНИ
СГРАДИ
Т

De asemenea sînt tratate şi unele probleme conexe, ca deservirea publicului şi încăperile pentru antrenamentul sportivilor, inclusiv anexele necesare acestora.

În capitolul 4 sînt tratate probleme privind construcţia propriu-zisă a unor astfel de clădiri publice, dîndu-se sugestii şi exemplificări preţioase în legătură cu alegerea a diferite soluţii.

Capitolul 5 este consacrat unor probleme de compoziţie generală de arhitectură exterioară şi interioară.

Ultimul capitol se referă la probleme inginereşti, care au o deosebită importanţă în ceea ce priveşte exploatarea unor astfel de construcţii (la acustica generală, iluminatul artificial, probleme de instalaţii generale: apă, canal şi electricitate).

La sfîrşitul lucrării se analizează problema indicilor tehnico-economici.

Prin materialul bogat (indici, figuri, fotografii, discuţii de proiecte de concurs etc.) se pune la îndemîna proiectantului o sinteză valoroasă a unor lucrări executate în diferite ţări, precum şi în R.P. Bulgaria, care poate servi ca ghid util pentru proiectarea unor lucrări de acest gen.

Ing. R. Möckesch

INCERC: „STUDII ŞI CERCETĂRI" nr. 1, 1968

Cu această broşură — prima din 1968 — publicaţia INCERC: „Studii şi cercetări" inaugurează o nouă formă de prezentare, mai elastică şi mai practică, asamblînd, — după modelul unor conoscute publicaţii străine — în acelaşi număr, articole care fac parte din mai multe serii de specialitate şi care pot fi desfăcute — de cei care le studiază — după necesităţi şi clasate pe specialităţile respective.

În nr. 1/1968 sînt prezentate patru articole, cîte două din seriile: Incercări şi măsurări în construcţii şi Construcţii metalice.

1. În articolul: „*Cercetări privind modul de efectuare a controlului la dimensiunile elementelor prefabricate*" (autor, ing. R. Popescu — seria: Incercări şi măsurări în construcţii) se prezintă un studiu avînd în mare parte caracter teoretic şi documentar asupra problemei toleranţelor la elementele prefabricate din beton şi asupra controlului caracteristicilor dimensionale ale elementelor prefabricate, pe parcursul procesului tehnologic de confecţionare, precum şi la recepţia acestora.

Studiul arată diferitele sisteme de control care pot fi aplicate (bucată cu bucată sau control statistic), precum şi metodele adecvate (pe bază de măsurare sau pe bază de verificare la corespunzător sau necorespunzător) şi instrumentele şi dispozitivele necesare în fiecare caz.

Studiul conchide asupra superiorităţii controlului statistic cu ajutorul calibrelor şi propune unele scheme pentru cîteva tipuri de calibre de experimentat.

Ar fi fost foarte util ca studiul să fie mai puţin extins în partea teoretică şi să cuprindă în plus o analiză asupra situaţiei concrete a toleranţelor la elementele prefabricate produse şi folosite în ţara noastră, precum şi asupra metodelor practice recomandate pentru controlul şi ameliorarea lor. Se consideră indicat ca studiul publicat să fie urmat de un al doilea studiu, care să trateze în continuare cele menţionate mai sus, inclusiv rezultatele aplicării în producţie a metodelor de control şi a calibrelor propuse.

2. Articolul: „*Sortimentul pentru construcţii al profilelor cu pereţi subţiri formate la rece*" (autori, ing. I. Preda şi R. Dinuliu — seria Construcţii metalice) cuprinde o analiză a modului şi condiţiilor de stabilire a dimensiunilor profilelor cu pereţi subţiri folosite în construcţii, pe baza observaţiilor şi încercărilor care stau la baza sortimentelor acestor profile, standardizate în alte ţări (S. U. A., Anglia, Japonia, R. F. G.). Pe baza acestei analize şi a posibilităţilor de producere a profilelor la Uzina metalurgică Iaşi (în ceea ce priveşte lăţimea şi calitatea benzilor) se propune sortimentul complet al profilelor metalice cu pereţi subţiri formate la rece (11 tipuri de profile cu 351 de dimensiuni), inclusiv modul lor de notare şi reprezentare, care să fie adoptat pentru construcţiile din ţara noastră, astfel ca să permită realizarea unor elemente de construcţii cît mai economice.

3. Al treilea articol: „*Consideraţii cu privire la criteriile de apreciere a comportării şi siguranţei în exploatare a construcţiilor, pe baza încercării lor prin încărcare de probă*" (autor, ing. G. Hann — seria Încercări şi măsurări în construcţii) conţine o succintă analiză — pe baza datelor documentare şi a unor încercări proprii — a criteriilor care pot sta la baza aprecierii modului de comportare şi a siguranţei în exploatare a construcţiilor. Autorul clasifică aceste criterii în două grupe principale:

— criterii directe, bazate pe rezultate experimentale directe, obţinute din încercare (rezistenţa la un sistem determinat de solicitări, comportarea elastică, siguranţă minimă de exploatare, forma deformată, deformaţia admisibilă, eforturi unitare, criteriul dinamic);

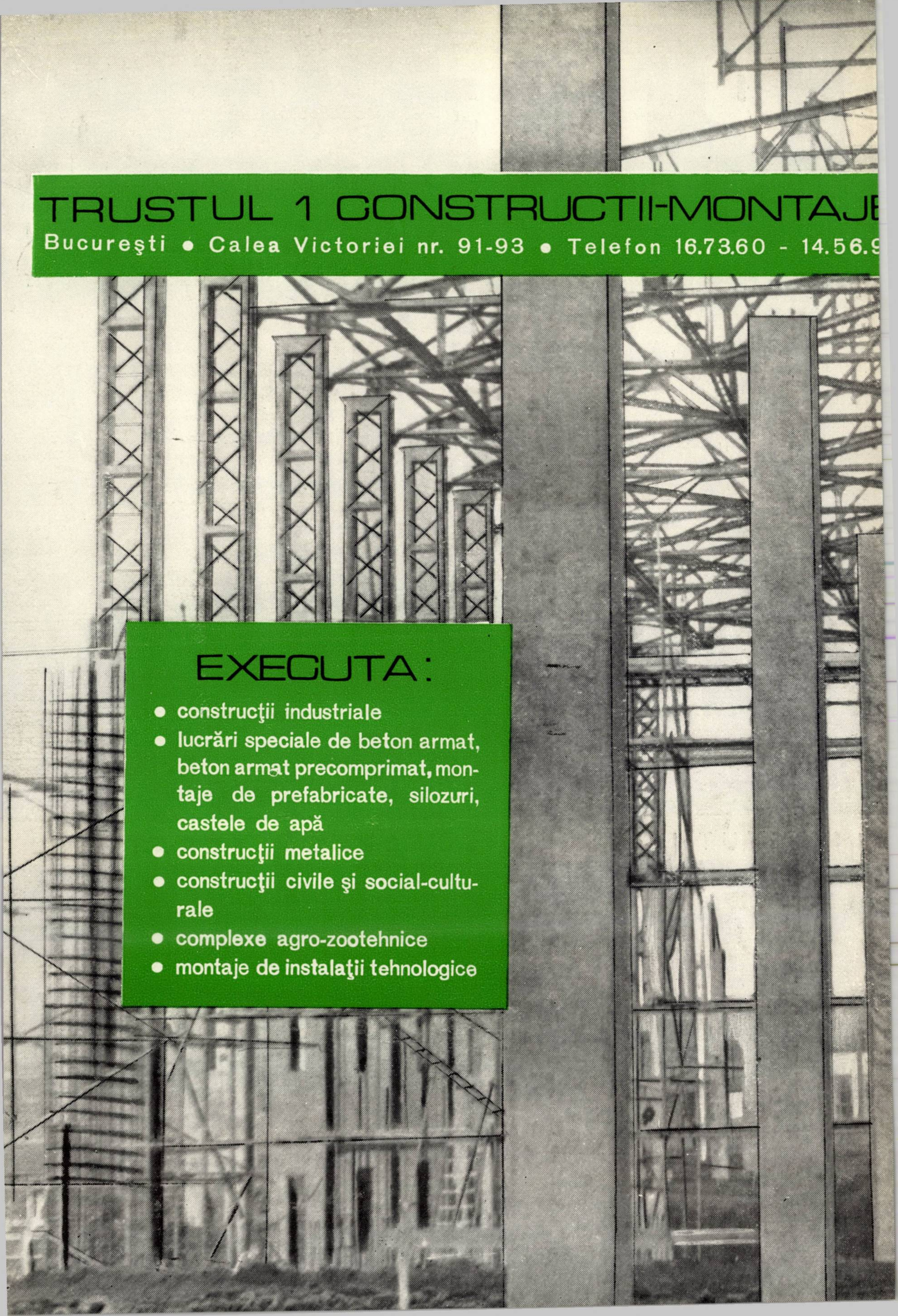
— criterii indirecte, prin compararea rezultatelor experimentale cu datele de calcul (valori de control).

Fără a adînci prea mult această analiză, autorul face unele consideraţii asupra metodicii de încercare şi indică anumite linii de orientare pentru cercetări viitoare în acest domeniu.

4. În articolul: „*Calculul elementelor de construcţie din profile metalice cu pereţi subţiri formate la rece*" (autori, ing. I. Appeltauer, ing. N. Băluţ şi ing. V. Gioncu — seria Construcţii metalice) se prezintă în continuarea unui articol anterior publicat în colecţia Studii şi cercetări INCERC, completări la studiul compresiunii centrice a barelor din profile cu pereţi subţiri, solidarizate cu plăcuţe sau zăbreluţe şi asupra încovoierii grinzilor principale, precum şi asupra compresiunii excentrice a stîlpilor.

Avînd la bază analiza unor prescripţii străine, precum şi cercetări proprii efectuate de autori în cadrul filialei INCERC Timişoara, studiul insistă asupra unor particularităţi de comportare a acestor elemente de construcţie, în raport cu construcţiile metalice obişnuite, datorită îndoirii şi laminării la rece, care influenţează caracteristicile mecanice ale materialului şi prin grosimea mică de perete le face mai sensibile la forme complexe de instabilitate (flambaj prin încovoiere-răsucire, flambaj cu voalare). Autorii tratează metodele de verificare a stabilităţii, care stau la baza elaborării primelor prescripţii tehnice de proiectare, din ţara noastră, a acestor elemente de construcţie.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883



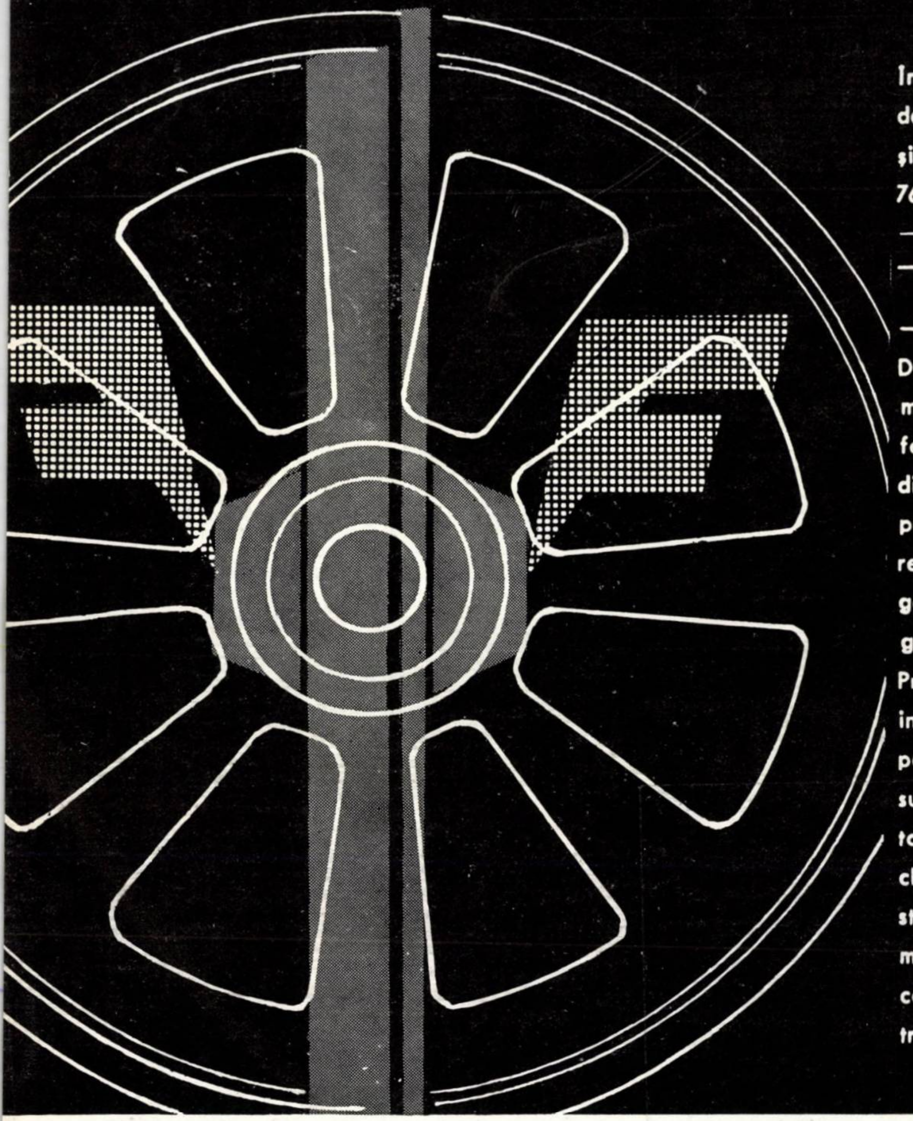
TRUSTUL 1 CONSTRUCTII-MONTAJ

București • Calea Victoriei nr. 91-93 • Telefon 16.73.60 - 14.56.9

EXECUTA:

- construcţii industriale
- lucrări speciale de beton armat, beton armat precomprimat, montaje de prefabricate, silozuri, castele de apă
- construcţii metalice
- construcţii civile şi social-culturale
- complexe agro-zootehnice
- montaje de instalaţii tehnologice

IPCF



Întocmeşte proiecte de căi ferate de ecartament normal (1435 mm) şi ecartament îngust (1000 mm şi 760 mm), respectiv:

— căi ferate noi simple sau duble;
— reconstrucţia şi modernizarea căilor ferate existente;
— dublarea căilor ferate existente.

Documentaţia tehnică ce se întocmeşte pentru executarea unor astfel de lucrări se bazează pe studii tehnico-economice aprofundate precum şi pe studii de teren corespunzătoare: tehnico-geologice, geotehnice, hidrologice şi topografice.

Proiectele de execuţie cuprind: infrastructura (terasamente, podeţe, poduri, viaducte, consolidări etc.), suprastructura căii (linii, schimbătoare de cale, traversări etc.), clădiri şi instalaţii feroviare, instalaţii de centralizare şi telecomunicaţii, precum şi orice alte construcţii sau instalaţii necesare transporturilor feroviare.

INSTITUTUL DE PROIECTĂRI CĂI FERATE

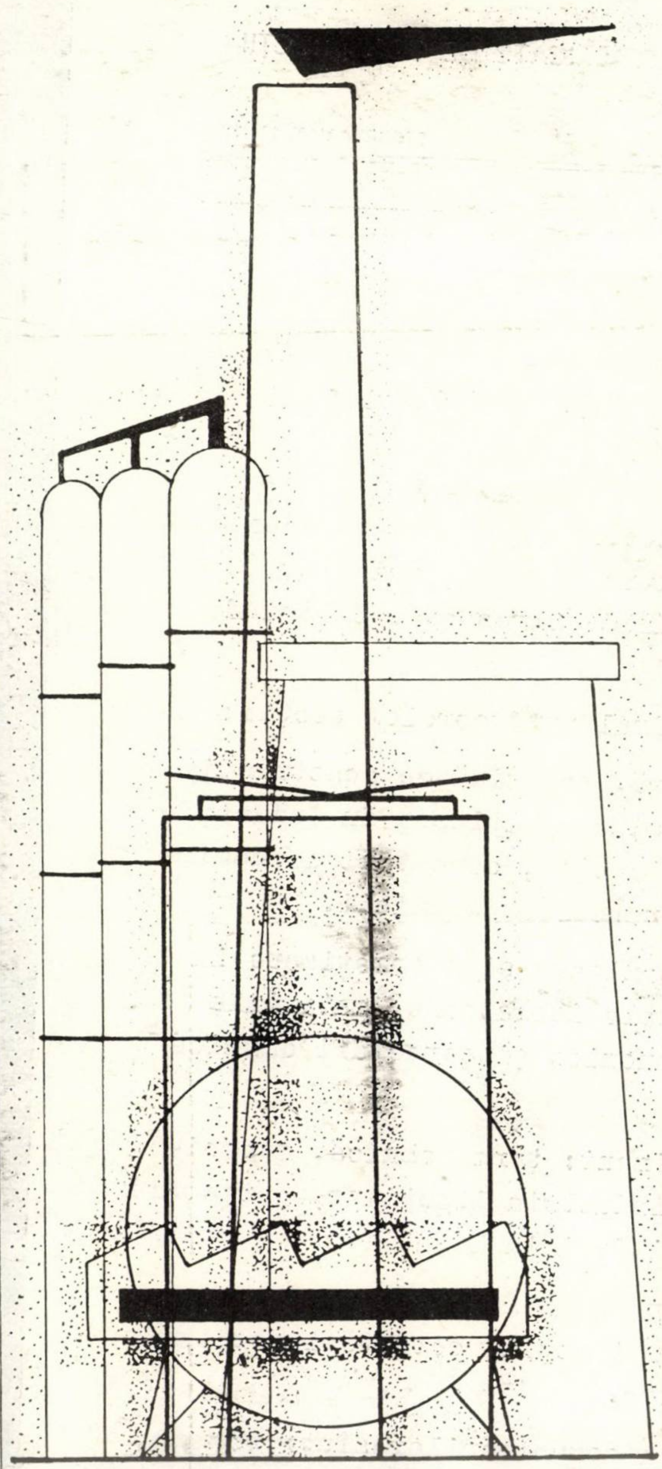
BUCUREŞTI

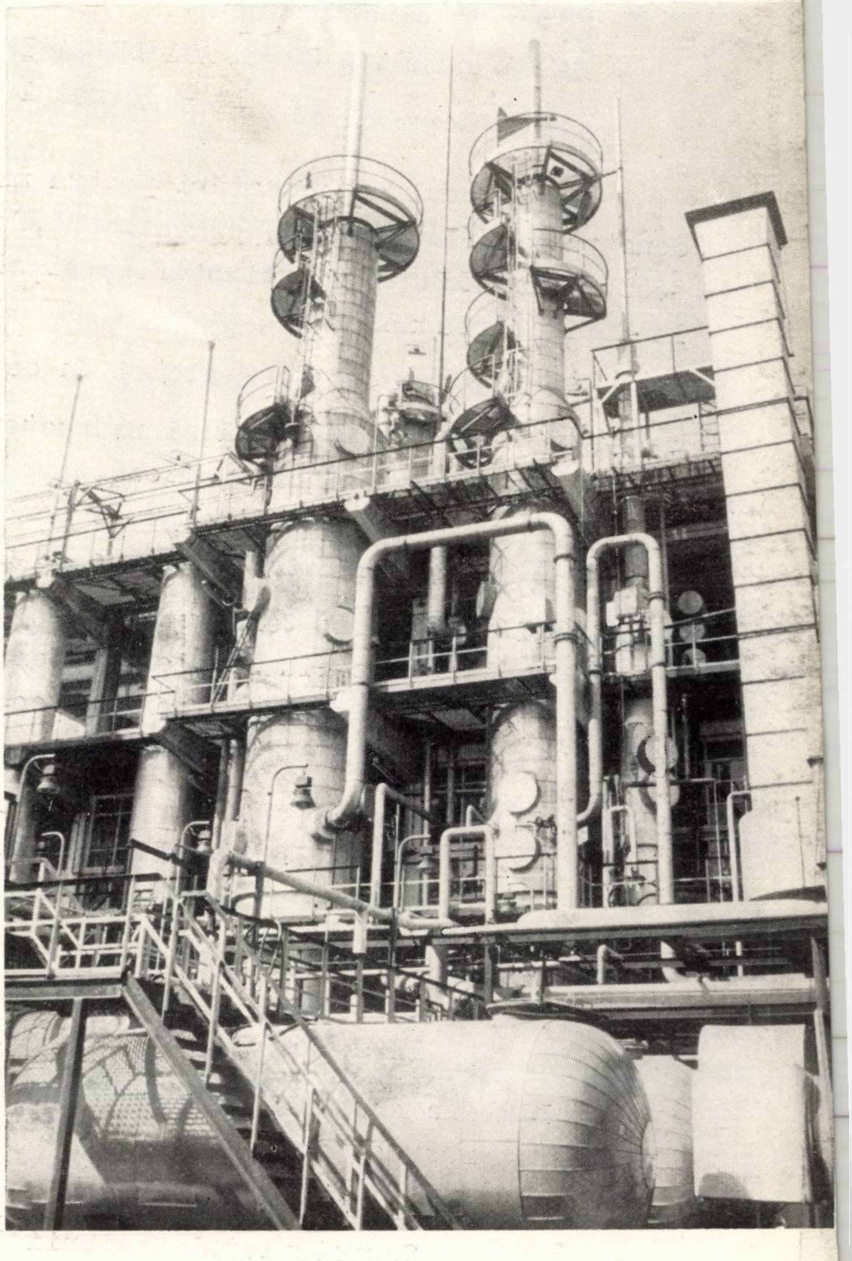
B-dul DINICU GOLESCU 38

(PALATUL C.F.R.)

TEL. 18.48.44 şi 18.26.10

● CONSTRUCȚII DE COMPLEXE INDUSTRIALE ● CLĂDIRI DE LOCUIT ȘI SOCIAL-CULTURALE ● CONSTRUCȚII SPECIALE – TURNURI DE RĂCIRE, REZERVOARE ● ELEMENTE DE BETON PRECOMPRIMAT ● ALIMENTĂRI CU APĂ ȘI STAȚII DE TRATARE ● LUCRĂRI DE DRUMURI, PODURI ȘI CĂI FERATE UZINALE ● CONSTRUCȚII AGROZOOTEHNICE





EXECUTA

iscm
municipiul
gh. gheorghiu-dej

m. c. i. c. r.

intreprinderea santier constructii montaj

MUNICIPIUL GH. GHEORGHIU-DEJ STR. CAUCIUCULUI 22 ROMANIA
CONT B.I. 040.28.001 • TELEFON 1000; 1001

M. I. C.
MINISTERUL INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR
INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU MATERIALE ȘI PREFABRICATE DE CONSTRUCȚII
I. C. M. P. C.
CALEA GRIVIȚEI Nr. 136
CENTR. TELEFON 17 48.00 SECRETARIAT 17.01.85

Redactat: București Nr. .... 196.......

Dactilograf at:

Referitor la: SESIUNEA DE COMUNICARI
ŞI
SARBATORIREA A 20 DE ANI DE LA INFIINŢAREA I.C.M.P.C.
14 - 17 mai 1969

Institutul de cercetări pentru materiale şi prefabricate de construcţii (I.C.M.P.C.) organizează, între 14 şi 17 mai 1969, o sesiune de comunicări ştiinţifice şi sărbătorirea a 20 de ani de la înfiinţarea institutului.

Se vor prezenta comunicări în cadrul următoarelor secţii:

Secţia I : Ceramică fină şi refractară, ceramică de construcţii: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria ceramicii fine şi de construcţii, cercetări economice şi cercetări chimice în industria ceramicii.

Secţia II : Sticlă: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria sticlei, materiale izolatoare, materiale de finisaj, cercetări economice şi cercetări chimice în industria sticlei.

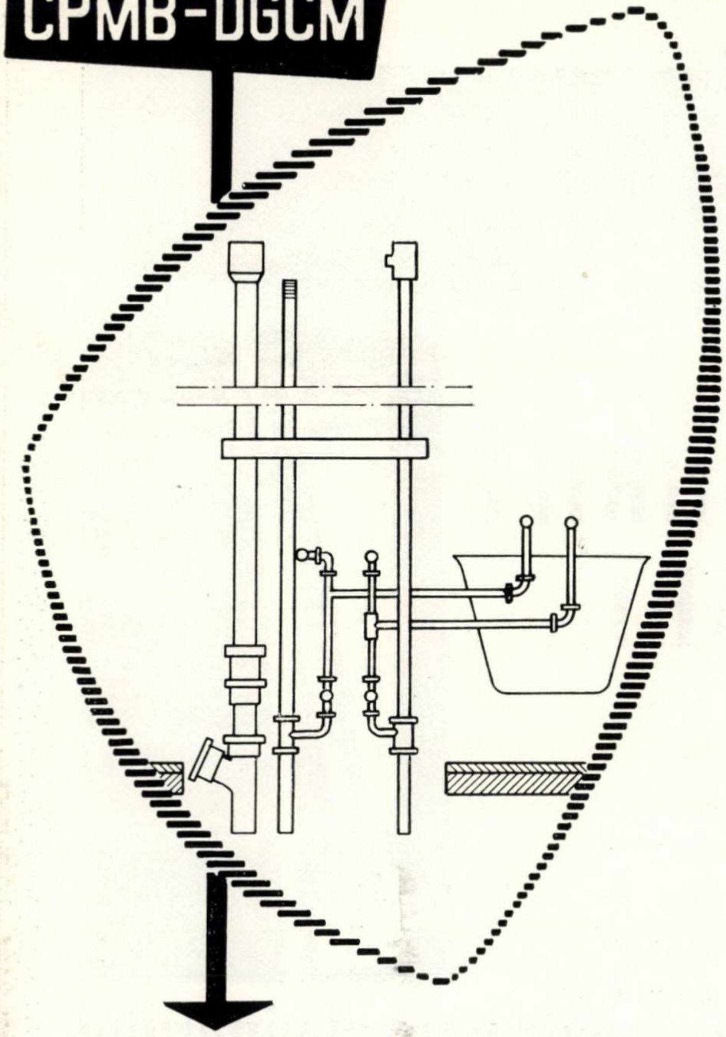
Secţia III : Lianţi, produse de azbociment: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria lianţilor, cercetări chimice şi economice în industria lianţilor.

Secţia IV : Betoane şi tehnologii pentru prefabricate, agregate naturale şi piatră de construcţii, cercetări economice în domeniul construcţiilor.

Limbile oficiale de prezentare a comunicărilor sînt: româna, franceza, rusa şi germana.

Orice lămurire suplimentară poate fi obţinută la
Secretariatul Sesiunii I.C.M.P.C.
Bd.Preciziei 6, sector 7, telefon 31.08.92 şi
Calea Griviţei 136, sector 8, telefon 17.01.85

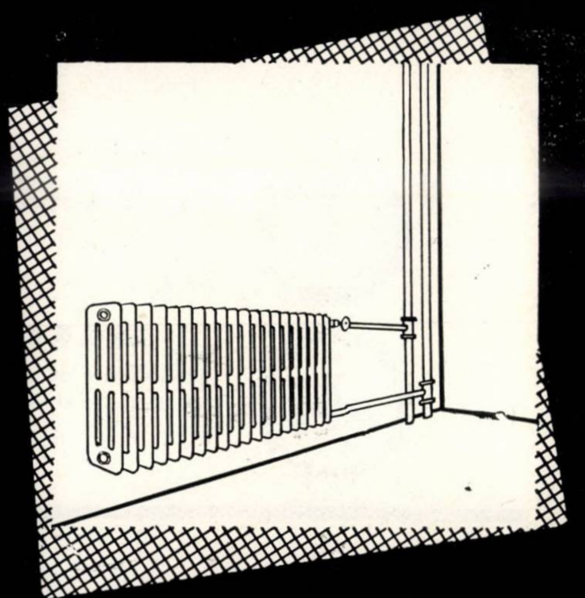
CPMB-DGCM



ÎNTREPRINDEREA
DE INSTALAȚII
MONTAJ ȘI
IZOLAȚII

- prefabrică și montează noduri sanitare și de încălzire
- execută orice fel de instalații în clădiri civile, social-culturale și industriale

INTREPRINDEREA DE
INSTALATII
MONTAJ SI
IZOLATII



IIM

București,
Str. Lipscani, 33 - Telefon 13.70.10

PANOURILE
MARI

materialul de construcţie al viitorului

Furnizăm:

Linii tehnologice de fabricaţie şi instalaţii complete pentru producţia de elemente prefabricate din beton pentru toate clasele de încărcări.

Noul tip de agregat pentru fabricaţie în flux continuu permite o creştere considerabilă a producţiei anuale.

Scurtarea termenelor de execuţie — reducerea cheltuielilor — creşterea productivităţii muncii

Fabrica de panouri mari **baukema** — cea mai economică metodă pentru executarea construcţiilor civile şi industriale

PROIECTARE ● FURNIZARE ● MONTARE ● ÎNTREŢINERE

Pentru obţinerea de prospecte detaliate adresaţi-vă la:

VVB Bau-, Baustoff- und Keramikmaschinen
701 Leipzig, Katharinenstrasse 17 • Republica Democrată Germană

Exportator:

MASCHINEN-EXPORT
Întreprindere de stat pentru comerţul exterior din Republica Democrată Germană
108 Berlin, Mohrenstrasse 61
REPUBLICA DEMOCRATĂ GERMANĂ

Publicom

INSTITUTUL DE STUDII ȘI PROIECTĂRI PENTRU CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

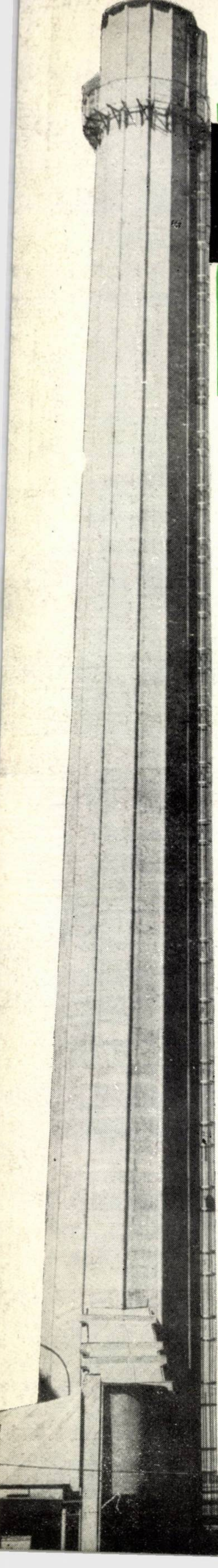
PROIECTEAZĂ

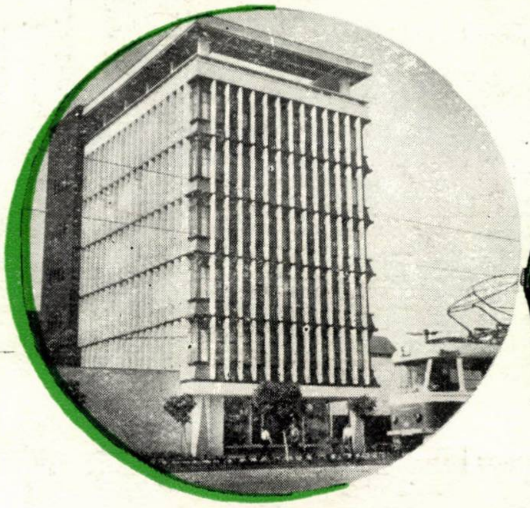
● SISTEMATIZARE TERITORIALĂ ȘI URBANĂ ● ANSAMBLURI ORĂȘENEȘTI ● COMPLEXE DE ODIHNĂ, TURISTICE ȘI SPORTIVE ● LOCUINȚE ● CENTRE COMERCIALE ● HOTELURI ● TEATRE ● SPITALE ȘI POLICLINICI

ISCAS

BUCUREȘTI 13 ● STRADA SNAGOV NR. 53—55 ● TELEFON: 11.78.40

ÎNTREPRINDEREA Nr. 4.
CONSTRUCȚII MONTAJ
IAȘI
Execută





- CONSTRUCTII de COMPLEXE INDUSTRIALE
- COMPLEXE AGRO-ZOOTEHNICE
- CLADIRI SOCIAL-CULTURALE

- LUCRARI SPECIALE de BETON ARMAT, BETON PRECOMPRIMAT, MONTAJE de PREFABRICATE, SILOZURI, CASTELE de APA, TURNURI de RACIRE
- CONFECTII METALICE
- PREFABRICATE din BETON ARMAT SI PRECOMPRIMAT

COMITETUL
de
DIRECTOR
DIRECTIE

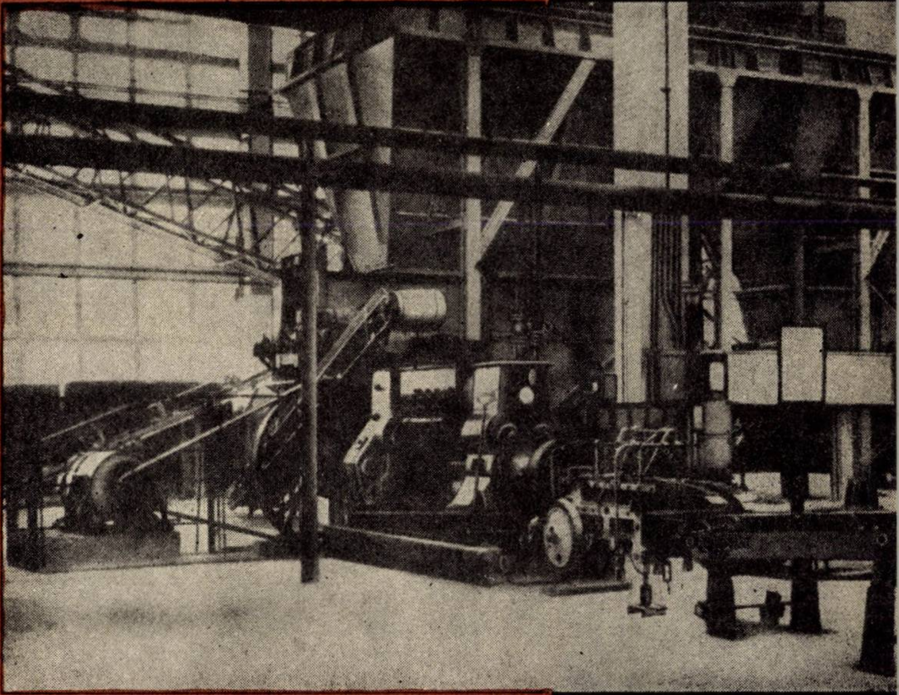
- CERCETĂRI OPERATIONALE
- STUDII de ORGANIZARE A INTREPRINDERILOR SI SANTIERELOR DE CONSTRUCTII - MONTAJ
- ANALIZE, INCERCARI SI STUDII DE LABORATOR ASUPRA AGREGATELOR, LIANTILOR, BETONULUI ARMAT SI PRECOMPRIMAT, OTELULUI BETON

BUCHAREST
INDUSTRIALEXPORT
ROMANIA

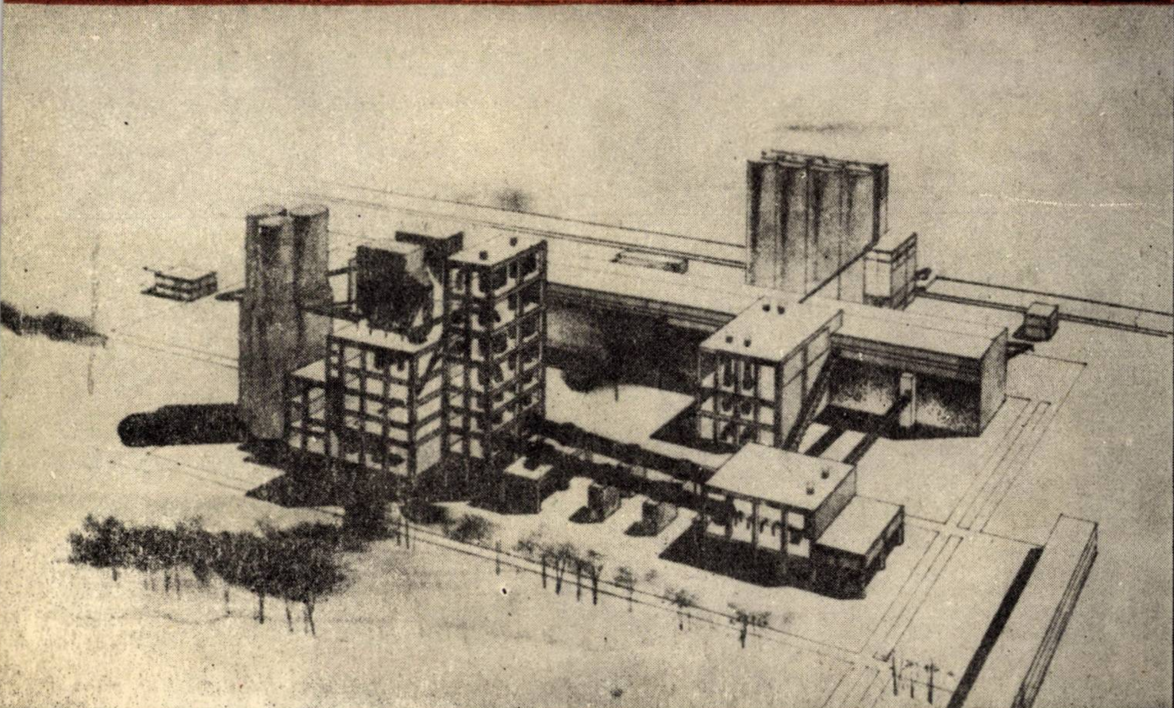
SOCIÉTÉ D'ÉTAT POUR LE COMMERCE EXTÉRIEUR

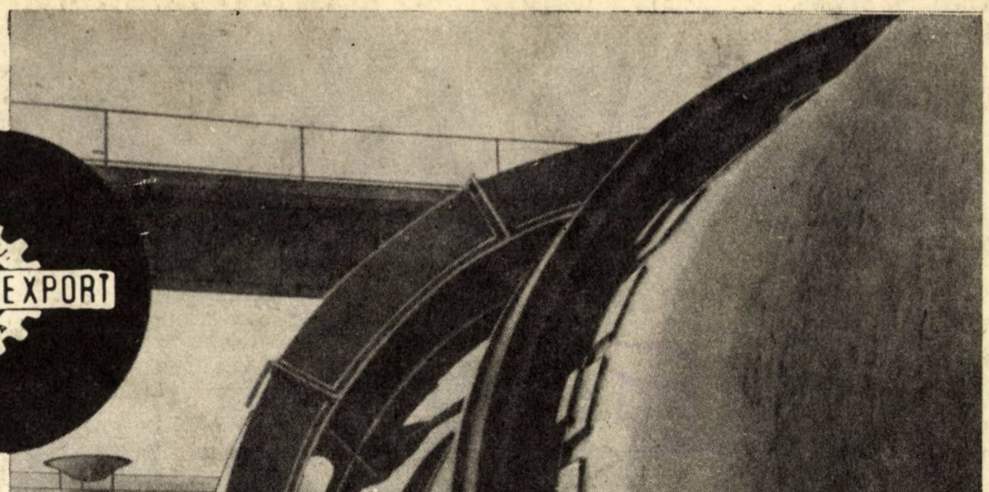
éxécute

- outillages, équipements, projets et assistance technique pour fabriques de ciment utilisant le procédé humide ou sec, fabriques de briques et de tuiles, fabriques de pièces préfabriquées en béton (grands panneaux pour immeubles d'habitations, éléments industriels, poteaux éléctriques, gouttières pour irrigations, tuyaux à pression, etc.), fabriques d'argile expandée.
- installations de coffrages glissants pour diverses constructions (fourneaux industriels à section variable, silos à cellules de formes et dimensions diverses, constructions d'habitations).



Pour informations et offres s'adresser à
I.S.C.E. INDUSTRIALEXPORT, 2, rue Gabriel Péri, Bucarest ROUMANIE
Téléphone: 116 ★ Telex: 214 ★ Télégrammes: INDEXPORT





INDUSTRIALEXPORT
BUCUREŞTI
ROMANIA

1969 JUL 2 9

supplies

COMPLETE
CEMENT
FACTORIES

equipped with technological lines of 300—800 tons clinker/24 h. capacity working by the wet fabrication method and with technological lines of 300—2,000 tons clinker/24 h. capacity working by the dry fabrication method with multicyclone heat exchanges.

It also supplies complete fabrication sections, separate installations or parts of installations.

Upon request, technical and economic studies are carried out, and technical assistance is granted for the building of new factories, or the extension and modernization of existing ones.

INDUSTRIALEXPORT
2, Gabriel Péri St., Bucharest, ROMANIA ● Telephone 116
Telex 214 and 215 ● Cables: INDEXPORT Bucharest

1969 4

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT
PENTRU CONSTRUCŢII
ARHITECTURĂ ŞI SISTEMATIZARE

REVISTA CONSTRUCŢIILOR ŞI A MATERIALELOR DE CONSTRUCŢII

MINISTERUL ECONOMIEI FORESTIERE
CENTRUL DE DOCUMENTARE TEHNICĂ PENTRU ECONOMIA FORESTIERĂ

UŞI CU STRUCTURĂ * CELULARĂ

- rezistente
- estetice
- durabile

Executîndu-se cu tocul lamelat, din cherestea de răşinoase şi căptuşeală din PFL în diferite variante: pline, cu 1/3 ochi geam, 2/3 ochi geam, furniruite sau vopsite opac, UŞILE INTERIOARE CU STRUCTURĂ CELULARĂ sînt moderne şi adaptabile oricărui tip de construcţie.

Structura celulară a uşilor, asigură acestora o greutate redusă, stabilitate dimensională şi bune proprietăţi de izolare termică şi fonică.

Pentru procurarea UŞILOR CELULARE FINISATE, vă puteţi adresa unitaţilor comerciale de stat şi cooperatiste. Cereţi UŞILE CELULARE produse de INTREPRINDERILE MEF: CIL PIPERA-BUCUREŞTI, CIL BACĂU şi CIL GĂLĂUTAŞ.

E 1688

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT PENTRU
CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

4

1969

VOLUMUL 21, Nr. 4

APRILIE 1969

SUMAR

R. AGENT
Procedeu simplificat pentru considerarea conlucrării spațiale în calculul la forțe orizontale al structurilor cu cadre principale longitudinale 169

C. MIHAI, A. MIHUL
Fundații izolate prefabricate de tip hipar cu inelul de bază precomprimat . . . 178

E. RŰBER, M. TANNENBAUM, D. VIESPESCU
Rosturi lipite cu rășini epoxidice. Experimentări pe un model de pod la scară naturală . 182

ANTONIE TRELEA
Întocmirea planului operativ la lucrările coordonate prin metoda drumului critic . . 185

AVRAM MARCU
Noi modalități pentru folosirea indicilor tehnico-economici pe obiecte de construcții în vederea perfecționării proiectării și planificării în construcții . . . . , 188

GH. PANĂ
Mese vibrante cu amortizor (PGI) 193

M. MANOLACHE, N. ȘERBĂNESCU
Puncte de vedere privind stimularea reducerii consumului de resurse pe șantierele de construcții 195

M. BADEA, G. TRAPCEA, C. BOBOICEANU
Prepararea nisipurilor cuarțoase feldspatice prin metoda flotației . . . . , 198

P. ABRAMOVICI, M. ENACHE
Folosirea argilei refractare de Botești pentru fabricarea gresiei ceramice 200

NOTE

DINU NICULESCU
Aspecte privind utilizarea aliajelor de aluminiu la realizarea elementelor și structurilor de rezistență . . . . , 203

V. DASCĂLU
Execuția grinzilor prefabricate precomprimate pentru extinderea fabricii de rulmenți din Bîrlad . . . . , 206

GAD. CALMANOVICI
Utilizarea plaselor sudate la construcții de beton armat în Austria 208

DOCUMENTARE

RECENZII

CRONICA

43 305

Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții, organ al Comitetului de Stat pentru Construcții, Arhitectură și Sistematizare — Redacția, administrația și casieria : București, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon : Redacția și Administrația 16.49.14. Abonamentele se primesc numai la sediul redacției. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.39 Direcția Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacția publicațiilor „Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții" și „Arhitectura"

Prețul unui exemplar lei 8

Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informația" — București. c. 3190

SUMMARY

R. AGENT: Simplified procedure for the computation of horizontally loaded structures with longitudinal main frames and consideration of their spatial behaviour

It is of interest that the computation of a horizontally loaded multistorey structure formed of longitudinal main frames and secondary cross beams considers the spatial behaviour of the secondary beams by taking into account the torsional rigidity of the main beams. The author therefore recommends a simplified computation method : the spatial structure is reduced to an equivalent plane one whose spatial behaviour is taken into account by introducing an increased rigidity for the girders ; these coefficients are tabulated.

C. MIHAI & A. MIHUL: Single prefabricated hypar type foundations with prestressed peripheral ring

The paper describes a type of prefabricated single foundations, built in Yassy and conceived as comparatively thin walled spatial structures. The hyperbolic paraboloid (hypar) was chosen for the median surface. The peripheral ring is prestressed by means of pretensioned continuous ringshaped reinforcement bars which latter are tensioned according to an original procedure patented in Romania.

This foundation type has proved an optimal alternative : lowest concrete and steel damends were obtained by appropriately distributing the concrete, the reinforcement and the initial stresses as well as by pretensioning the peripheral ring whose reinforcement consists of prestressed square shaped rings.

E. RÜBER, M. TANNENBAUM, D. VIESPESCU: Glued joints use epoxy resins testing of a full scale bridge model

Glued joints using organic polymers are increasingly applied in pretensioning all over the world.

Since Romania is a producer of epoxy resins and on the other hand the construction of bridges has considerably increased lately, it was obviously found appropriate to carry out a series of tests.

The research and tests carried out by the Research Institute for Building and Building Economy were concluded by the execution of a full scale model for reproducing the real conditions under which bridge joints are realized on site.

The tests results permitted then to recommend the practical application of the procedure.

A. TRELEA: Elaboration of efficient plans for works coordinated by the Critical Path Method

The author shows how to elaborate efficient programs on the basis of data extracted from graph networks and under consideration of the available time reserves.

Upper and lower limits are specified for the quantities and values that can be realized within the time interval planned for each separate activity ; this provides ample information for the contractor who is thus able to make estimates and elaborate a plan.

The paper gives the computation formulas required and concludes with a numerical example, computation table and full explanations included.

M. AVRAM: New prospects in utilizing technico-economic indexes for eparate building objects in view of improving design and planning in the building trade

Starting from a synthetic comprehension of the experience gathered by now in applying limit indexes in building — a field in which a certain routine has already been attained — and founded on the basic principles of modern mathematics, the author suggests new ways of developing the application field of such a highly efficient economic tool.

In order to achieve a better knowledge of the concept of building object, to define its characteristics and to improve the grouping of separate building objects, the author first makes some reflections on building objects, then outlines the ways of improving the classification of building objects and finally expounds several methods of utilizing technico-economic indexes for improving design activities, planning and scientific management in building.

GH. PANĂ: Damped oscillating tables (model PG-1)

While expounding the theoretical fundamentals of horizontally oscillating tables the author particularly dwells on the conditions required for assuring constant amplitudes all along the table. Basically this consists in attaching by means of an elastic device an adequately chosen additional table at the end of the oscillating table. This additional table serves as a damper provided that its own natural frequency does not exceed the table's natural frequency.

M. MANOLACHE & N. ŞERBĂNESCU: Considerations on stimulative measures to bring down the consumption of resources on site

The paper tackles a series of actual problems pertaining to the possibility of improving the organization of working teams and of using more efficient instruments for checking both activities and consumption of resources in the building industry.

Finally the authors recommend to introduce contracts and technological files for each chain of activities and so provide the basic instrument required in the relations between client and contractor on the one hand, and contractor's management and working teams on the other hand. They equally suggest a series of simplified organizational measures.

M. BADEA, G. TRAPCEA, C. BOBOICEANU: Preparation of feldspar quartz sand by flotation

An investigation carried out by the authors in the flotation of quartz sand permitted them to solve the removal of feldspar impurities by flotation.

The article describes the specific conditions of sand amelioration by feldspar flotation, shows the methods and reagents used and finally expounds the results obtained as well as the conclusions drawn.

R. ABRAMOVICI & M. ENACHE : Utilization of the Botești clays in manufacturing ceramic stoneware

The Botești clays were subjected to laboratory studies both mineralogic and technological. Thermogravimetry, thermo-differential, dilatometric and X-rays analyses have brought forth the illitic character of these clays. The results of these physico-ceramic tests have shown that the Botești clays are a raw material adequate for manufacturing ceramic tiles. Since it became evident that it is possible to meet the technical requirements without having recourse to either founding or degreasing agents (provided that semidry shaping is used) it became possible to apply a manufacturing technology which be both technically and economically profitable.

D. NICULESCU : Some aspects of the utilization of aluminium alloys in structures or structural components

During the 1969—1972 period a new aluminium processing works is going to be set working in Romania; its products will permit us to realize both structural components and load bearing structures of aluminium alloys.

The author describes the best known successful applications from abroad in the field of load bearing aluminium alloys components.

V. DASCĂLU : Prefabricated pretensioned beams for the development of the bearings factory of Birlad

The paper describes the realization of 12 m long prefabricated prestressed concrete beams with posttensioned strands — all cast in a central plant.

It briefly reviews the characteristics of the beams and shows how their production was organized.

SOMMAIRE

R. AGENT : Procédé simplifié permettant de prendre en considération, dans le calcul de résistance aux sollicitations horizontales des ossatures à cadres principaux longitudinaux, le comportement spatial.

Dans le calcul des ossatures étagées formées de cadres principaux longitudinaux et de poutres secondaires transversales, soumises à des forces horizontales, il y a intéret de prendre en considération le comportement spatial des poutres secondaires, compte tenu de la rigidité à la torsion des poutres principales. L'auteur présente un procédé simplifié permettant d'entreprendre un tel calcul ; la simplification consiste notamment en ce que l'ossature spatiale est réduite à une ossature plane équivalente, cependant que pour les poutres on introduit une rigidité accrue d'un coefficient, pris dans un tableau, et qui tient compte de l'effet porté par le comportement spatial.

C. MIHAI et A. MIHUL : Fondations isolées en préfabriquées du type hypar (hyperboloide parabolique) à l'anneau de base précontraint

Les auteurs discutent les fondations isolées en préfabriquées, exécutées à Jassy, sous forme de systèmes spatiaux à parois relativement minces. La forme de la surface médiane est l'hyperboloide parabolique (hypar). L'anneau de base des fondations est précontraint à armatures prétensionnées, disposées sous forme d'anneaux non-segmentés, tensionnés suivant un procédé original, bréveté en Roumanie.

La distribution rationnelle du béton, de l'armature et des tensions initiales, ainsi que la précontrainte de l'anneau de base à armatures formées d'anneaux carrés prétensionnés, font que le système de fondation réalisé représente une forme optimale conduisant à des consommations minimales en béton et armature

E. RÜBER, M. TANNENBAUM, D. VIESPESCU : Joints soudés à résines époxydiques. Expérimentations conduites sur un pont modele grandeur nature.

La technique des joints soudés aux polymères organiques gagne chaque jour du terrain dans la technique mondiale de la précontrainte.

La Roumanie étant producteur de résines époxydes, un programme de recherche est devenu nécessaire devant l'essort enregistré récemment dans la construction des ponts.

Les recherches et essais conduits à l'Institut de la Recherche en Constructions et Economie des Constructions ont abouti à la confection d'un modèle expérimental grandeur nature, destiné à reproduire les conditions d'exécution des joints d'un pont.

Les résultats des recherches entreprises autorisent l'application du procédé dans la production courante.

A. TRELEA : Comment dresser le plan opératif dans l'activité de coordination par la méthode de la voie critique.

L'auteur propose un procédé servant à dresser le plan opératif, en s'appuyant sur les données portées sur les diagrammes-réseau, compte tenu des réserves de temps.

Le procédé permet d'établir des limites inférieures et supérieures des quantités et des valeurs pouvant être produites aux termes du plan pour chaque activité, de sorte que la personne responsable des travaux dispose d'informations plus complètes lui permettant d'arrêter son plan sur des estimations plus proches à la réalité.

Les formules servant au calcul, un exemple d'application, le tableau de calcul et les explications nécessaires complètent l'exposé.

M. AVRAM : Nouvelles modalités d'emploi des indices techniques et économiques par objectifs de construction, en vue de perfectionner le travail de conception et le planning dans l'activité de construction

Basée sur la synthèse de l'expérience acquise jusqu'à présent dans l'application des indices limite-maximale dans les constructions — un domaine où l'on est arrivé à une certaine routine — et faisant recours à l'application des mathématiques modernes, l'auteur propose de nouvelles voies d'expresion pour cet instrument économique de haute efficience.

Afin de mieux clarifier la notion et les caractéristiques du travail faisant l'objet de la construction, d'une part, et afin de mieux grouper les objets de construction, d'autre part, il avance d'abord quelques considérations sur l'objet de la construction, ensuite il fait des recommandations visant à améliorer la classification des constructions et finalement il présente quelques méthodes d'emploi des indices techniques et économiques en vue de perfectionner le travail de conception, le planning et l'organisation scientifique de la production.

GH. PANĂ: Tablier vibrant à amortisseur (PG-1)

L'auteur présente un développement théorique des tabliers vibrants, à vibrations horizontales, en déterminant principalement les conditions requises pour assurer des amplitudes d'intensité constante sur toute la longueur du tablier. Dans le fond, il s'agit d'attacher un tablier supplémentaire, convenablement choisi, à l'extrémité libre du tablier vibrant, par l'intermédiaire d'un élément élastique. Ce tablier supplémentaire travaillera en régime d'amortisseur seulement quand sa fréquence propre sera moindre que la fréquence propre du vibrateur.

M. MANOLACHE et N. ŞERBĂNESCU: Points de vue sur la stimulation de l'économie de resources sur les chantiers de construction.

L'auteur aborde quelque problèmes actuels ayant trait à l'amélioration de l'organisation des formations de travail dans les constructions et à l'emploi d'instruments plus efficaces pour tenir à jour l'activité et les consommations en resources.

En conclusion, les auteurs proposent des types de contrats et fiches technologiques pour chaque chaine de travaux, ces contrats et fiches étant destinés à constituer l'instrument de base régissant les relations entre l'entrepreneur et le client d'une part, et entre la direction des travaux et les formations de travail d'autre part. Ils proposent également un nombre de mesures d'ordre organique destinées à simplifier le mode actuel de travail.

M. BADEA, G. TRAPCEA, C. BOBOICEANU: Préparation des sables quartzeux feldspathiques par la méthode de la flotation

Une étude conduite par les auteurs sur le problème de la flotation des sables quartzeux a permis de solutionner la problème de l'élimination des impuretés feldspathiques.

Sont décrites les conditions spécifiques à la flotation du feldspath qui se rattachent à l'enrichissement des sables et sont montrés également les réactifs employés aux expériences, avec l'interprétation des résultats et les conclusions tirées.

R. ABRAMOVICI, M. ENACHE: Emploi de l'argile de Boteşti à la fabrication du grès céramique

A l'occasion d'une étude minéralogique et technologique de laboratoire conduite sur l'argile de Boteşti, l'analyse thermo-gravimétrique, thermique différentielle, dilatométrique et röntgénographique a permis d'établir la nature illitique de cette argile. Les résultats des analyses physiques et céramiques ont conduit à la conclusion que l'argile de Boteşti est propre à la fabrication des plaques en grès céramique. Comme les propriétés techniques requises peuvent être obtenues sans avoir recours aux additions de fondants ou dégressants (lorsque el façonnage se fait par pressage demisec), on peut appliquer un processus technologique avantageux et du point de vue technique et du point de vue économique.

D. NICULESCU: Quelques aspects de l'emploi des alliages d'aluminium à la confection des éléments et structures de résistance

Durant 1969—1972, on va construire en Roumanie une nouvelle usine pour le traitement de l'aluminium, dont les produits permettront de réaliser des éléments et des structures métalliques portantes en alliages d'aluminium.

L'auteur présente les applications les plus connues, réussies en d'autres pays dans le domaine des éléments portants en alliages d'aluminium.

V. DASCĂLU: Exécution des poutres préfabriquées précontraintes pour l'extension de la Fabrique de roulements — Birlad.

L'auteur fait part de l'expérience gagnée en faisant exécuter sur polygone central des poutres préfabriquées à 12 m d'ouverture, en béton précontraint à fascicules post-tensionnées.

Il passe rapidement en revue les caractéristiques des poutres et la manière dont leur fabrication doit être organisée.

INHALT

R. AGENT: Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung von Tragwerken mit Längshauptrahmen unter Berücksichtigung der räumlichen Wirkung im Falle von horizontal angreifenden Kräften

Bei der Berechnung eines horizontal balasteten Stockwerkes das aus Längs hauptrahmen und Quernebenträgern besteht ist es von Bedeutung die räumliche Wirkung der Quernebenträger durch den Einfluss der Torsionssteifigket der Hauptriegel zu berücksichtigen. Um diesen Rechengang zu ermöglichen wird ein vereinfachtes Verfahren vorgeführt: das räumliche Tragwerk wird auf ein ebenes Ersatztragwerk reduziert und die Steifigkeitswerte der Riegel werden durch einen tabellarisch angegebenen Koeffizienten multipliziert um auf dieser Weise den Einfluss der räumlichen Wirkung in Betracht zu ziehen.

C. MIHAI u. A. MIHUL: Vorgefertigte Hypar Einzelfundamente mit vorgespanntem Grundring

Es werden beschrieben einige in Yassy ausgeführte vorgefertigte Einzelfundamente als räumliche Tragwerke mit verhältnismässig dünnen Wänden gestaltet. Als Mittelfläche wurde das hyperbolische Paraboloid (Hypar) gewählt. Der Grundring der Fundamente wurde unter Anwendung einer Spannbewehrung vorgespannt; das Vorspannen dieser als nichtübereinandergreifende Ringe verlegte Bewehrung geschah nach einem eigenem, in der Sozialistischen Republik Rumänien patentiertem Verfahren.

Die zweckmässige Verteilung der Betonmasse, der Bewehrung und der Anfangsspannungen sowie die Vorspannung des Grundringes unter Anwendung der als viereckige vorgespannte Ringe verlegten Bewehrung ergaben eine optimal gestaltete Gründungsform mit niederem Beton- und Stahlaufwand.

E. RÜBER, M. TANNENBAUM, D. VIESPESCU: Zusammengeklebte Fugen unter Anwendung von Epoxydharz. Prüfung eines in Vollmaszstab ausgeführten Brückenmodells

Zusammenkleben von Fugen unter Anwendung von organischen Polymerstoffen findet einen ständig erweiterten Anwendungskreis im Spannbau.

Da Rumänien Epoxydharze erzeugt und andererseits der Brückenbau sich ständig entwickelt war es angemessen einige Prüfungen vorzunehmen.

Auf Grund der Forschungsarbeiten und Prüfungen die im Forschungsinstitut für Bauwesen und Bauwirtschaft durchgeführt wurden baute man ein in Vollmaszstab gestaltetes Prüfmodell an dem eine Brückenfuge so getreu wie nur möglich nachgebildet wurde.

Die Prüfergebnisse erlauben das Verfahren unmittelbar im Bau anzuwenden .

A. TRELEA: Operative Planung der Arbeiten koordiniert auf Grund des Verfahrens des kritischen Weges

Der Autor führt vor ein Verfahren das der Ausarbeitung eines operativen Plans dienen soll unter Berücksichtigung der Grunddaten aus den Netzwerkgraphen und der Zeitreserven.

Für die einzelnen Mengen und Werte die innerhalb des geplanten Zeitabschnitts auf jedem Tätigkeitsbereich ausgeführt werden können werden Grenzen festgesetzt die man weder über— noch unterschreiten darf so dass die für den Bau verantworliche Person über die notwendige Information verfügt und also die für Planung notwendigen Abschätzungen machen kann.

Berechnungsformeln werden angegeben sowohl wie ein Zahlenbeispiel, eine. Rechnentafel und sämtliche notwendige Erläuterungen.

M. AVRAM: Fortschritte auf dem Gebiet der Bauplanung durch neuere Anwendungsmöglichkeiten von technisch-ökonomischen Kennzahlen

Der Autor fasst zusammen die Erfahrung die vorliegt in der Anwendung von Grenzwerten im Bauwesen — ein Gebiet auf dem aine gewisse Routine erlangt wurde — und schlägt vor, unter Heranziehen der Grundlagen modernr Mathematik, neue Wege die eingeschlagen werden sollten um die Anwendung dieses höchstwirksamen ökonomischen Instruments zu erweitern.

Um den Begriff und die bezeichnenden Eigenschaften eines Bauobjekts besser zu klären und gleichzeitig eine vorteilhaftere Gruppierung einzelner Bauobjekte zu erlangen wurde folgende Reihenfolge in der Erörterung gewählt: Betrachtungen betreffend den Begriff Bauobjekt; Entwicklungsrichtungen um inee bessere Klassifikation der Bauobjekte zu erlangen und endlich einige Anwendungen der technisch-ökonomischen Kennzahlen abgezielt auf eine Hebung der Projektierungs- und Planungstätigkeit und der wissenschaftlichen Orgaeisierung der Bauproduktion.

GH. PANĂ: Rütteltisch mit Dämpfer (PG-1)

Der Artikel behandelt von einem theoretischen Standpunkt aus das Thema horizontal schwingender Rütteltische; in erster Reihe werden diejenigen Bedingungen festgesetzt die erforderlich sind um eine konstante Schwingungsamplitude der gesamten Tischlänge entlang zu sichern. Grundsätzlich handelt es sich um einen zweckmässig gestalteten zusätzlichen Rütteltisch der mittels einer elastischen Vorrichtung am Ende des Rütteltisches angebracht wird. Dieser zusätzliche Tisch wirkt als Dämpfer sobald seine Eigenfrequenz kleiner als die des Rütteltisches ist.

M. MANOLACHE u. N. ŞERBĂNESCU: Einiges zur Förderung der Einschränkung des Hilfsmittelaufwands im Bau

Der Artikel erörtert einige aktuelle Fragen betreffend die Möglichkeiten die bestehen die Arbeitsgruppen derart zu organisieren und zweckmässigere Instrumente anzuwenden um sowohl die Tätigkeit wie den Hilfsmittelaufwand am Bauplatz bestimmen zu können.

Im Abschluss empfehlen die Autoren Verträge und technische Karteizettel für jede einzelne Arbeitsfolge einzuführen; letztere sollen ein Hauptinstrument werden in den Beziehungen einerseits zwischen Nutzniesser und Unternehmer und andererseits zwischen der Baustellenleitung und den Arbeitsgruppen. Die Autoren empfehlen auch einige vereinfachende organisatorische Massnahmen.

M. BADEA, G. TRAPCEA, C. BOBOICEANU: Schwimmaufbereitung von Feldspatquarzsand

Die Entfernung von Feldspatverunreinigugngen durch Flotation hat ihre Lösung gefunden im Rahmen einer Forschungsarbeit der Autoren über die Schwimmaufbereitung von Quarzsand.

Im Artikel werden eingehend beschrieben die Eigenartigkeiten der Feldspatflotation eingegliedert in das allgemeinere Problem der Sandveredelung; es werden die bei den Versuchen angewandten Verfahren und Reagenzien angegeben und schliesslich die endgültigen Ergebnisse und Schlussfolgerungen besprochen.

R. ABRAMOVICI, M. ENACHE: Anwendung der Boteşti Tonerde bei der Herstellung von Steinguterzeugnissen

Die Boteşti Tonerde wurde mineralogisch und technologisch im Laboratorium untersucht. Das illitische Wesen dieser Tonerde ergab sich aus zahlreichen thermogravimetrischen, thermodifferentialen, dilatometrischen und Röntgenanalysen. Die Ergebnisse physikalischkeramischer Untersuchungen führten zum Schlusse dass die Boteşti Tonerde der geeignete Rofstoff ist für die Erzeugung von Steingutplatten. Da die erforderlichen technischen Eigenschaften erlangt werden können ohne zusätzliche Fluss- oder Magerungsmittel (angenommen dass die Formgebung durch halbtrockenes Pressen geschiehte) ermöglichen uns eine sowhl technisch wie auch wirtschaftlich vorteihafte Erzeugungstechnik anzuwenden.

D. NICULESCU: Einiges zur Anwendung von Aluminiumlegierungen bei der Herstellung von Bauteilen und Tragkonstruktionen

In den kommenden Jahren 1969—1972 soll in Rumänien ein neue Aluminiumbearbeitungswerk gebaut werden dessen Erzeugnisse die Herstellung von Bauteilen und Tragkonstruktionen aus Aluminiumlegierungen ermöglichen werden.

Der Autor führt vor die bekanntesten und erfolgreichsten Leistungen des Auslandes auf dem Gebiet der Anwendung von aus Aluminiumlegierungen erzeugten lasttragenden Bauteilen.

V. DASCĂLU: Vorgefertigte Spannbetonträger für die neuen Bauten der Kugellagerfabrik aus Birlad

Es wird beschrieben die Herstellung in einem Fertigteilwerk von vorgefertigten Spannbetonträgern von 12 m Spannweite, bewehrt mit nachträglich gespannten Stahlbündeln.

Es folgt eine kurze Beschreibung der Spannträger und des Herstellungsverfahrens.

СОДЕРЖАНИ

Р. АДЖЕНТ: Упрощённый способ учёта пространственной работы несущих схем с продольными главными рамами при расчёте на воздействия горизонтальных сил.

При расчёте многоэтажных сооружений, состоящих из продольных главных рам и второстепенных поперечных балок, на воздействия горизонтальных сил, представляет значительный интерес учёт пространственной работы второстепенных балок при жёсткости на кручение главных балок. Для такого вида расчёта, в статье описан упрощённый способ, при помощи которого пространственная рама приводится к плоской эквивалентной раме, что получается путём введения в расчёт жёсткости ригеля, помонженной на коэффициент, указанный в таблице, вносящий эффект пространственной работы.

К. МИХАЙ и А. МИХУЛ: Отдельные сборные фундаменты типа гипар с преднапряжённым основным кольцом.

Описаны отдельные сборные фундаменты, выполненные в Яссах в виде пространственных рам с относительно тонкими стенками. Средняя поверхность имеет гиперболоидально параболоидальный (гипар) вид. Основное кольцо фундамента предварительно напряжено при помощи арматур натянутых на упоры, по способу запатентованному в С.Р. Румыния, и расположенных в виде неразрезных колец.

Вследствие рационального расположения бетона, арматуры и исходных напряжений, а также и благодаря предварительному напряжению основного кольца, при помощи кольцевой квадратной арматуры, изготовленный фундамент представляет собой оптимальный вид, который приводит к минимальному расходу бетона и арматуры.

Е. РУБЕР, М. ТАННЕНБАУМ, Д. ВИЕСПЕСКУ: Стыки, склееннные эпоксидными смолами. Эксперименты, проведенные над моделью моста в натурных размерах.

Выполнение стыков при помощи склеивания органическими полимерами, играет, на мировом уровне, возрастающую роль, при предварительном напряжении.

Так как в С.Р. Румыния эпоксидные смолы изготовляются, а строение мостов, в последнее время, сильно развилось, стало необходимым произвести ряд исследований.

На основании исследований и экспериментов, поставленных Научно-Исследовательским Институтом по Стоительству и Экономике Строительства, приступили к осуществлению экспериментальной модели в натурном масштабе с целью воспроизведения условий выполнения стыков моста.

Результаты этих исследований позволяют перейти к внедрению данного способа в производство.

А. ТРЕЛЯ: Формирование оперативного плана работ, координируемых по методу критического пути.

Автор излагает способ формирования, с учётом запасов времени, оперативного плана, основываясь на данных, введенных в сетевой график.

Определяются высшие и низшие пределы количества и стоимости работ, которые могут быть произведены в планируемый промежуток времени, что даёт возможность руководителю работ располагать более полной информацией при оценках, необходимых при определении плана работ.

Представлены расчётные формулы и примеры расчёта и приведены: расчётная таблица и необходимые объяснения.

М, АВРАМ: Новые возможности использования технико-экономических показателей по строительным объектам с целью усовершенствования проектирования и планирования в строителстве

Исходя из опыта, накопленного до настоящего вре, мени, в области лимитных показателей в строительстве- в которой достигнут определённый навык, автор основываясь на применении современной математики, предлагает новые пути к расширению применения этого весьма эффективного экономического средства.

Для большего уяснения понятия ,,строительный объект'' и его характеристик, а также для улучшения группировки строительных объектов, первоначально изложен ряд соображений относительно строительного объекта, затем приведены некоторые соображения по улучшению направления классификации строительных объектов, а в конце указаны некоторые методы использования технико-экономических показателей при совершенсвовании проктирования, планирования и научной организации производства.

Г, ПАНЭ: Вибростолы с амортизатором (ПГ—I)

В статье, автор представляет теоретическое развитие вибростолов с горионтальными вибрациями и определяет, главным образом, условия, обеспечивающие амплитуды постоянной интенсивности по всей длине стола. В сущности, речь идёт о добавке одхого стола надлежаще подобранного, который прикрепляется к основному столу на свободном конце последнего, при помощи упругой скрепки. Этот добавочный стол будет работать как амортизатор, только при условии, что его собственная частота будет меньше собственной частоты вибратора.

М. МАНОЛАКЕ и Н. ШЕРБЭНЕСКУ: Точки зрения, касающиеся стимулирования снижения расхода ресурсов на строительных площадках.

В статье затронут ряд актуальных вопросов, связанных с возможностями улучшения организации рабочих бригад на строительстве и использования более эффективных способов наблюдения за работой и расходом ресурсов.

В итоге, авторы предлагают введение контрактов и соответствующих технологических карточек для каждого потока работ, которые должны выполнять роль основного документа в соотношениях между за — кажчиком и строителем — с одной стороны — и руководством строительной площадки и бригадами рабочих, — с другой стороны. Одновременно, авртора предлагают ряд упрощающих организационных мер.

М. БАДЯ, Г. ТРАПЧА, К. БОБОЙЧАНУ: Приготовление кварцевого песка по методу флотации.

В рамках исследования, предпринятого авторами, в связи с вопросом флотации кварцевых песков, была решена и проблема удаления при этом процессе примессей полевого шпата.

В статье описаны условия, свойственные флотации полевого шпата при обогащении песка, указаны методы и реактивы, применявшиеся при испытаниях и приведены суждения результатов и заключения, к которым пришли.

Р. АБРАМОВИЧ, М. ЕНАКЕ: Использование ботештской глины для изготовления керамического песчаника.

Проведено минералогическое и технологическое исследование в лаборатории ботештской глины. На основании анализов теплогравиметрических, тепловых дифференциальных, дилатометрических и рентгенометрических определено происхождение указанной глины. Физикокерамические анализы привели к заключению, что глина , добываемая в Ботештах, является сырьём подходящим для изготовления плиток из керамического песчаника. Обязательство, которое позволит получать необходимые технические свойста без добавления, при этом, каких-либо фдюсов или обезжировающих веществ (когда формовка производится полусухим способом), создаёт благоприятные условия для применения технологического процесса, выгодного как с технической точки зрения, так и с экономической.

Д. НИКУЛЕСКУ: Аспекты использования алюминиевых сплавов для узготовления элементов и несущих схем.

В период 6/1969—1972 гг., в С.Р. Румыния будет выстроен новый завод для обработки алюминия. Продукция, которую будет выпускать этого новый завод позволит изготовление металлических структур и несущих элементов из сплавов алюминимя.

Автор приводит наиболее известные способы, применяемые с успехом в других странах, в области употребления несущих элементов из алюминиевых сплавов.

В. ДАСКЭЛУ: Изготовление сборных предварительно напряжённых балок для реконструкции подшипникового завода в Бырладе.

Описан опыт, полученный при изготовлении, на центральном полигоне, сборных балок, пролётом в 12 метров, изготовленных из бетона преднапряжённого прядями арматур натрянутых на бетон.

Вкратце описаны характеристики балок и организация их изготовления.

тоды и результаты, применяемые при испытаниях и проведении сравнения результатов и заключения, к которым пришли.

Р. АБРАМОВИЧ, М. ШИЛЛЕ: Использование бетонной [illegible] для изготовления керамического [illegible].

Приведены минералогические и технологические особенности, [illegible] использования бетонной [illegible]. На основании анализа [illegible] дилатометрических, термических, дифференциальных, [illegible] и [illegible] проведенного [illegible] глины [illegible] и [illegible], что глину, добавленную в [illegible], [illegible] [illegible] керамического [illegible], которое позволяет [illegible] необходимые технические свойства без добавления, при этом, [illegible] флюсов или обезжиривающих [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Ц. [illegible]: [illegible] использования [illegible] [illegible] для [illegible] [illegible] и [illegible].

В период 1963–1972 гг. [illegible] [illegible] новый [illegible] для обработки [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] металлических структур и [illegible] [illegible].

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Б. [illegible]: Использование [illegible] предварительно напряженных балок [illegible] реконструкции [illegible] завода в Тбилиси.

[illegible] опыт, [illegible] при [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] с 12 метров, [illegible] [illegible] [illegible] арматуры [illegible].

[illegible] [illegible] [illegible] и [illegible] их изготовления.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

Procedeu simplificat pentru considerarea conlucrării spaţiale în calculul la forţe orizontale al structurilor cu cadre principale longitudinale

Ing. Radu Agent
C.S.C.A.S.

Structurile din beton armat monolit cu cadre principale longitudinale şi grinzi secundare transversale sînt frecvent utilizate la clădirile de laboratoare, birouri, hoteluri etc., la care prezintă unele avantaje funcţionale şi constructive.

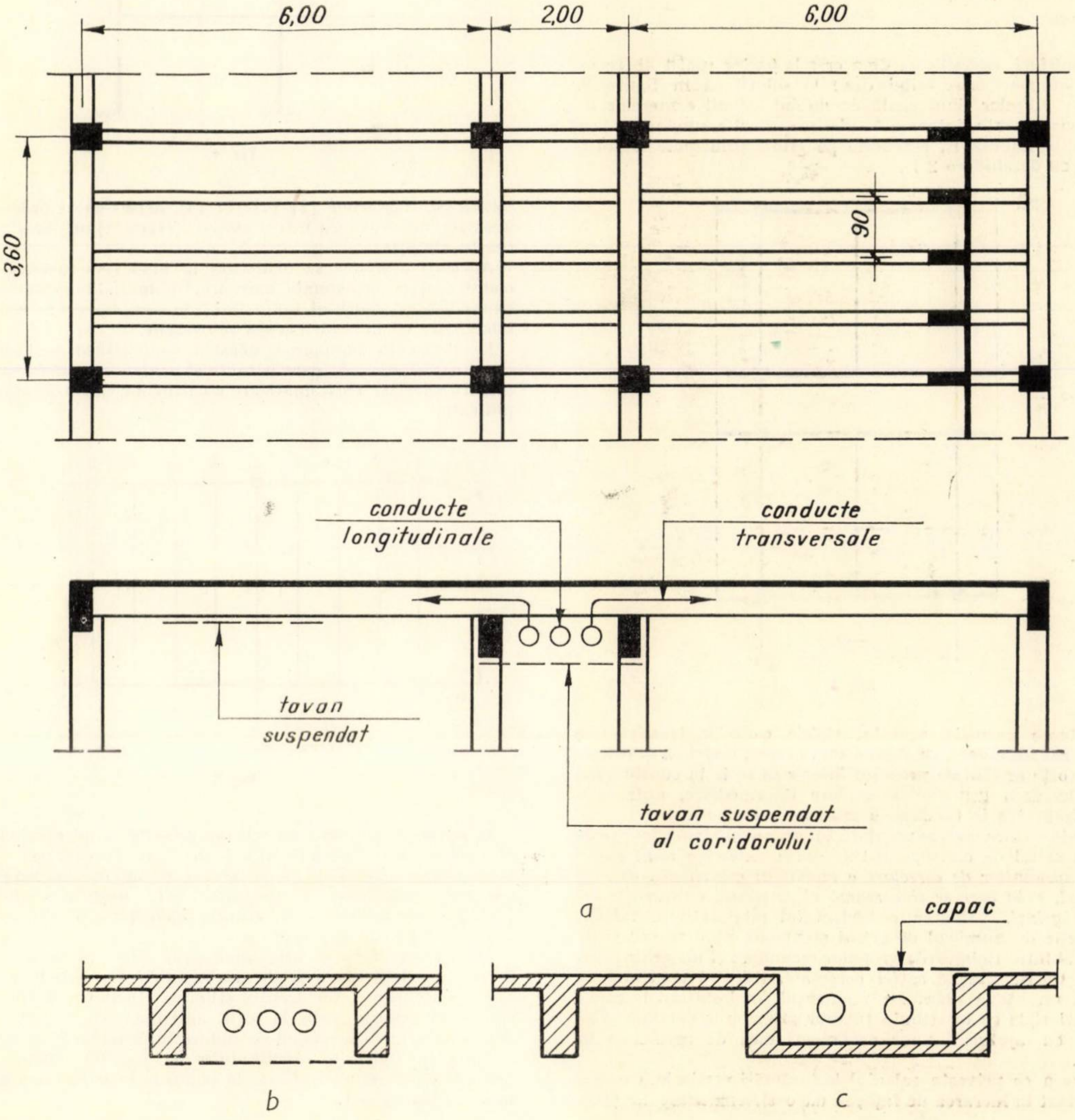
La clădirile pentru laboratoare, sistemul de planşeu arătat în figura 1, cu nervuri dese transversale şi cu grinzile principale situate dedesubtul acestora, folosit la mai multe institute de cercetări recent proiectate, apare deosebit de avantajos prin faptul că permite:

— introducerea în spaţiul dintre grinzile secundare a tubulaturii transversale pentru alimentarea laboratoarelor cu diferite fluide (fig. 1 *b*);

— suspendarea directă de grinzile secundare a unor tavane fixe sau demontabile, generale sau locale;

— eventuale denivelări locale ale plăcii în zonele cu conducte sub pardoseală (fig. 1 *c*).

Fig. 1


6,00
2,00
6,00
3,60
90
conducte longitudinale
conducte transversale
tavan suspendat
tavan suspendat al coridorului
a
capac
b
c

La cladirile de birouri, pe lîngă avantaje similare celor de mai sus, în ce priveşte tubulatura instalaţiei de condiţionare a aerului şi suspendarea de tavane fonoabsorbante, sistemul cu nervuri dese transversale dă şi posibilităţi mai variate de compartimentare interioară, în sensul că pot fi dispuse panouri despărţitoare deasupra oricărei nervuri, deci pe un modul de 1,50—2,00 m (fig. 2 *a*), în timp ce în soluţia cu cadre transversale (fig. 2 *b*) modulul este egal cu traveea între stîlpi.

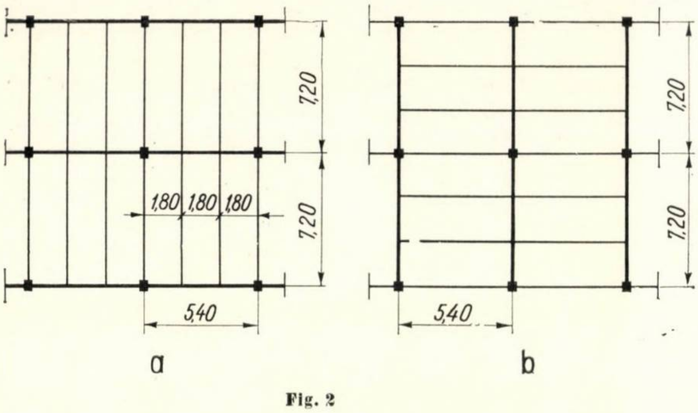


Fig. 2

La hoteluri, necesitatea de a crea la parter spaţii libere cu deschideri mari între stîlpi duce la soluţii ca în figura 3. Traveea stîlpilor fiind egală cu dublul lăţimii camerelor de la etajele curente, intervin la planşee grinzi secundare transversale la interax L, rezemate pe grinzi principale longitudinale cu deschidere 2 L.

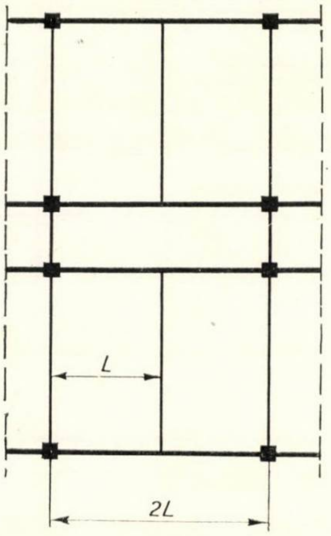


Fig. 3

În toate cazurile arătate, riglele cadrelor transversale sînt grinzi secundare, de dimensiuni reduse, astfel că în calculul de forţe orizontale prezintă interes să se ia în considerare şi conlucrarea grinzilor secundare intermediare, antrenate prin rigiditatea la torsiune a grinzilor principale.

În cele ce urmează se prezintă un procedeu simplificat pentru un astfel de calcul, constînd din *introducerea unui coeficient supraunitar de corectare a rigidităţii grinzii din dreptul stîlpului, prin care se ţine seamă şi de efectul conlucrării celorlalte grinzi.* Valoarea coeficientului este dată în tabelă, în funcţie de numărul de grinzi secundare pe o travee şi de raportul între rigidităţile grinzilor secundare şi ale celor principale. Cu rigidităţile astfel corectate, calculul continuă ca pentru un cadru plan, iar momentul final obţinut la capătul unei rigle se distribuie tuturor grinzilor secundare aferente, cu ajutorul unor coeficienţi daţi de asemenea în tabelă.

În ceea ce priveşte calculul la încărcări verticale, care nu este tratat în lucrarea de faţă, se dă o sistematizare în [10].

I. METODA DE CALCUL

Categoria de cadre etajate pentru care relaţiile de calcul la forţe orizontale capătă forma cea mai simplă sînt cadrele simetrice cu o singură deschidere, denumite şi ,,cadre-scară" (fig. 4). După cum este ştiut, la acest tip de structuri, la care toate riglele sînt solicitate antisimetric, sistemul de ecuaţii de condiţie din metoda deplasărilor se reduce la cîte o singură ecuaţie pe fiecare etaj, avînd ca necunoscute ,,distorsiunile" nodurilor [2] [4] [5] [8], astfel că şi procedeele iterative de rezolvare într-o singură etapă ajung la o formă foarte simplă.

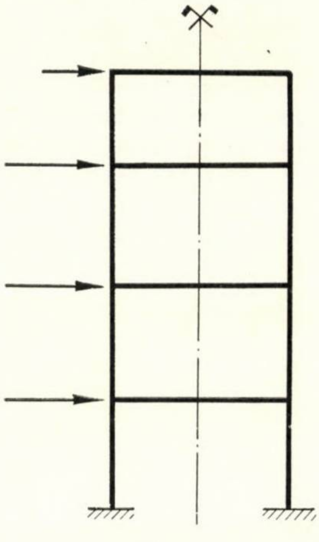


Fig. 4

Aceleaşi procedee se utilizează în mod mai general şi la cadre etajate ortogonale oarecare, în metoda aproximativă cunoscută a ,,cadrului înlocuitor", în care structura reală se înlocuieşte cu un cadru-scară echivalent.

De aceea, în expunerea noastră vom utiliza ca bază tot cazul cadrelor-scară, care permite şi pentru considerarea conlucrării spaţiale o sistematizare a calculelor sub o formă simplificată.

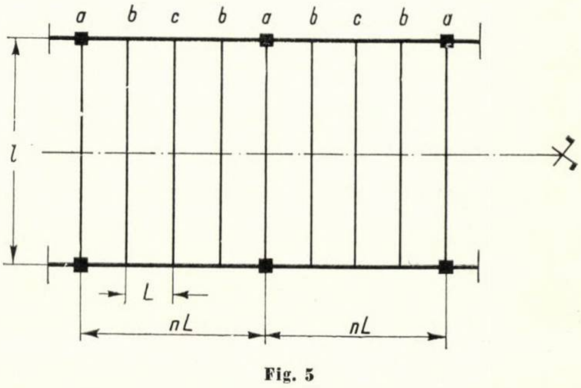


Fig. 5

În figura 5 este arătată schema grinzilor unui nivel curent al unei structuri etajate avînd în sens transversal grinzi secundare de deschidere l, la interax L, iar în sens longitudinal grinzi principale de deschidere nL, unde $n =$ numărul grinzilor secundare pe o travee, inclusiv cea din dreptul stîlpului (în cazul din figură $n = 4$).

La acţiunea forţelor orizontale după direcţia transversală lucrează cadrele-scară a, de deschidere l şi avînd ca rigle grinzile secundare din dreptul stîlpilor. Pentru determinarea rigidităţii acestor grinzi la rotiri antisimetrice, ţinînd seamă şi de conlucrarea grinzilor secundare intermediare, se adoptă schema din figura 6, calculîndu-se pe această schemă momentele care trebuie aplicate la nodurile a pentru a produce în ele rotiri $\theta_a = 1$.

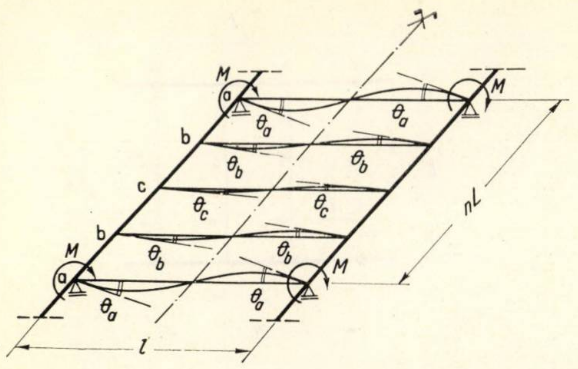


Fig. 6

Vom determina aceste momente pentru cazurile cu 1, 2 și 3 grinzi secundare intermediare ($n = 2$, 3 și 4) și vom demonstra că valorile obținute pentru $n = 4$ sînt aplicabile cu suficientă aproximație și la $n \geqslant 5$.

I.1. Cazul $n = 2$ (o singură grindă secundară intermediară)

Se folosesc notațiile :

I = momentul de inerție al grinzilor secundare ;

I^t = momentul de inerție la torsiune al grinzilor principale ;

a, b = nodurile ;

a', b' = intersecțiile grinzilor a, b cu axul longitudinal de simetrie.

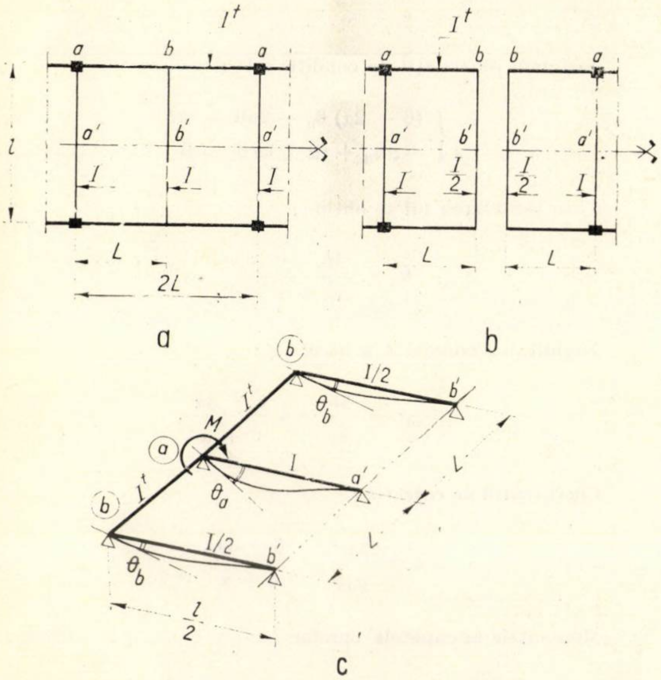


Fig. 7

Ținînd seamă de simetria în sens longitudinal și de antisimetria în sens transversal, schema se reduce la cea din figura 7 *b*, respectiv figura 7 *c*. Sistemul din figura 7 *c* este un cadru cu noduri fixe cu două noduri, acționat în *a* de un moment exterior M. În calculul prin metoda deplasărilor, necunoscutele sînt θ_a, θ_b, rotiri cu vectorii dirijați după ab. Deplasarea verticală a nodului b poate fi neglijată.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

Rigiditățile barelor :

$$K_{aa'} \text{ (încovoiere antisimetrică)} = \frac{6EI}{l}$$

$$K_{bb'} \text{ (idem)} = \frac{6E\,(I/2)}{l} = \frac{3EI}{l}$$

$$K_{ab} \text{ (torsiune)} = \frac{GI^t}{L}.$$

Introducem în calcul toate rigiditățile reduse cu EI/l, respectiv considerăm că θ_a, θ_b sînt rotirile reale multiplicate cu EI/l. Notînd :

$$\boxed{\alpha = \frac{GI^t l}{EIL}} \tag{1}$$

rigiditățile reduse ρ ale barelor capătă expresiile :

$$\rho_{aa'} = \frac{K_{aa'}}{EI/l} = 6\,; \quad \rho_{bb'} = \frac{K_{bb'}}{EI/l} = 3\,;$$

$$\rho_{ab} = \frac{K_{ab}}{EI/l} = \frac{GI^t}{L} \cdot \frac{l}{EI} = \alpha.$$

Sistemul de ecuații din metoda deplasărilor [1] este :

$$\begin{cases} \theta_a\,(\rho_{aa'} + 2\rho_{ab}) - 2\,\theta_b\rho_{ab} = M \\ -\,\theta_a\rho_{ab} + \theta_b\,(\rho_{ab} + \rho_{bb'}) = 0 \end{cases}$$

sau :

$$\begin{cases} (6 + 2\alpha)\,\theta_a - 2\,\alpha\theta_b = M \\ -\,\alpha\theta_a + (\alpha + 3)\,\theta_b = 0 \end{cases}$$

din a cărui rezolvare se obține :

$$\theta_a = \frac{M}{6} \cdot \frac{3 + \alpha}{3 + 2\alpha}.$$

Rigiditatea barei aa', corectată ținînd seamă de conlucrarea spațială :

$$\bar{\rho}_{aa'} = \frac{M}{\theta_a} = 6\,\frac{3 + 2\alpha}{3 + \alpha}$$

Deci coeficientul de corecție al rigidității este :

$$\lambda = \frac{\bar{\rho}_{aa'}}{\rho_{aa'}} = \frac{3 + 2\alpha}{3 + \alpha}. \tag{2}$$

Momentele la capetele barelor aa', bb' :

$$M_{aa'} = \rho_{aa'}\theta_a = \frac{\rho_{aa'}}{\bar{\rho}_{aa'}}\,M = \frac{1}{\lambda}\,M = \mu_a M$$

unde $\mu_a = \dfrac{1}{\lambda}$

$$M_{bb'} = M_{ba}^{(t)} = M_{ab}^{(t)} = M - M_{aa'} = (1 - \mu_a)\,M = \mu_b M$$

unde $\mu_b = 1 - \mu_a = 1 - \dfrac{1}{\lambda}$.

Calculul cadrului aa' se efectuează ca pentru un cadru plan, în care rigla aa' intră cu rigiditatea multiplicată cu coeficientul de corecție λ. Rezultă la capătul de bară aa' un moment M, care se distribuie grinzilor aa', bb' cu coeficienții :

$$M_{aa'} = \mu_a M\,; \quad M_{bb'} = \mu_b M$$

$$(M_{aa'} + M_{bb'} = M).$$

Valorile coeficienților λ, μ_a, μ_b în funcție de α sînt date în tabela 1.

Tabela 1

α	λ	μ_a	μ_b
0.	1.	1.	0.
0,1	1,032	0,969	0,031
0,2	1,062	0,941	0,059
0,3	1,091	0,917	0,083
0,4	1,117	0,895	0,105
0,5	1,143	0,875	0,125
0,6	1,166	0,857	0,143
0,7	1,189	0,841	0,159
0,8	1,211	0,826	0,174
0,9	1,231	0,813	0,187
1,0	1,250	0,800	0,200
1,1	1,268	0,789	0,211
1,2	1,285	0,778	0,222
1,3	1,302	0,768	0,232
1,4	1,318	0,759	0,241
1,5	1,333	0,750	0,250
1,6	1,348	0,742	0,258
1,7	1,362	0,734	0,266
1,8	1,375	0,727	0,273
1,9	1,388	0,721	0,279
2,0	1,400	0,714	0,286
2,2	1,423	0,703	0,297
2,4	1,444	0,692	0,308
2,6	1,464	0,683	0,317
2,8	1,483	0,674	0,326
3,0	1,500	0,667	0,333
3,2	1,516	0,660	0,340
3,4	1,531	0,653	0,347
3,6	1,545	0,647	0,353
3,8	1,558	0,641	0,359
4,0	1,571	0,636	0,364
∞	2,000	0,500	0,500

Se observă că pentru $\alpha = 0$ (grinda principală fără rigiditate la torsiune) rezultă $\lambda = 1$, $M_{aa'} = M$ şi $M_{bb'} = 0$, iar pentru $\alpha = \infty$ (grinda principală infinit rigidă la torsiune) rigidităţile grinzilor *aa'* şi *bb'* se însumează aritmetic ($\lambda = 2$) şi $M_{aa'} = M_{bb'} = \dfrac{1}{2} M$.

I.2. Cazul cu două grinzi secundare intermediare ($n = 3$)

Cu notaţiile din figura 8, ţinînd seamă de simetrie şi antisimetrie (bara *bb'* are rigiditatea la torsiune nulă, fiind solicitată simetric), se ajunge la schema de calcul din figura 8 *b*, care diferă de cea din figura 7 *c* numai prin faptul că bara *bb'* are momentul de inerţie *I* în loc de *I*/2.

$$\rho_{aa'} = 6\,; \quad \rho_{bb'} = 6\,; \quad \rho_{ab} = \alpha.$$

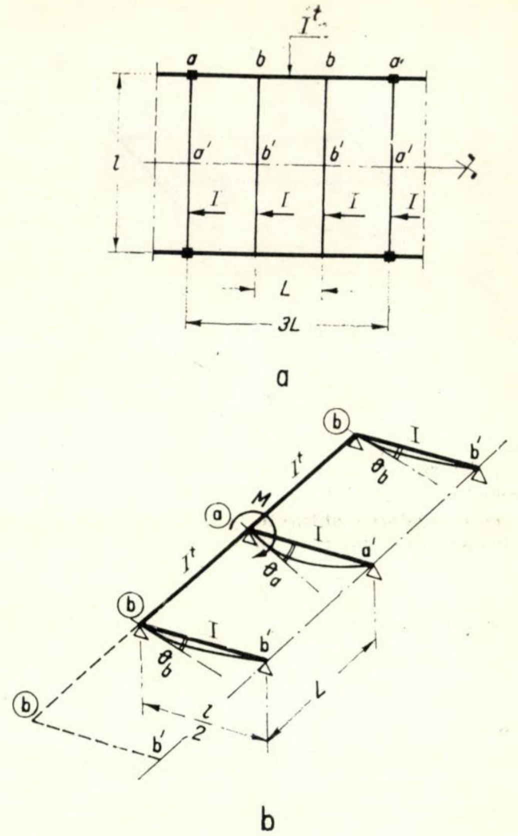


Fig. 8

Sistemul de ecuaţii de condiţie este :

$$\begin{cases} (6 + 2\alpha)\,\theta_a - 2\alpha\theta_b = M \\ -\alpha\theta_a + (\alpha + 6)\,\theta_b = 0 \end{cases}$$

iar din rezolvarea lui se obţine :

$$\theta_a = \frac{M}{6} \cdot \frac{6 + \alpha}{6 + 3\alpha}.$$

Rigiditatea corectată a barei *aa'* :

$$\bar{\rho}_{aa'} = \frac{M}{\theta_a} = 6\,\frac{6 + 3\alpha}{6 + \alpha}.$$

Coeficientul de corecţie :

$$\lambda = \frac{\bar{\rho}_{aa'}}{\rho_{aa'}} = \frac{6 + 3\alpha}{6 + \alpha}. \tag{3}$$

Momentele la capetele barelor

$$M_{aa'} = \frac{1}{\lambda} M = \mu_a M \qquad \left(\mu_a = \frac{1}{\lambda}\right)$$

$$M_{bb'} = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\lambda}\right) M = \mu_b M \quad \left[\mu_b = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\lambda}\right)\right]$$

$$(M_{aa'} + 2M_{bb'} = M).$$

Valorile coeficienţilor λ, μ_a, μ_b în funcţie de α sînt date în tabela 2.

Tabela 2

α	λ	μ_a	μ_b
0	1.	1.	0.
0,1	1,033	0,968	0,016
0,2	1,064	0,939	0,030
0,3	1,095	0,913	0,044
0,4	1,125	0,888	0,056
0,5	1,154	0,866	0,067
0,6	1,182	0,846	0,077
0,7	1,209	0,827	0,086
0,8	1,236	0,810	0,095
0,9	1,261	0,793	0,104
1,0	1.286	0,777	0,112
1,1	1,310	0,763	0,119
1,2	1,333	0,750	0,125
1,3	1,356	0,737	0,131
1,4	1,378	0,726	0,137
1,5	1,400	0,714	0,143
1,6	1,421	0,704	0,148
1,7	1,441	0,694	0,153
1,8	1,461	0,684	0,158
1,9	1,481	0,675	0,163
2,0	1,500	0,667	0,167
2,2	1,537	0,651	0,175
2,4	1,572	0,636	0,182
2,6	1,605	0,623	0,189
2,8	1,637	0,611	0,195
3,0	1,667	0,600	0,200
3,2	1,696	0,590	0,205
3,4	1,724	0,580	0,210
3,6	1,750	0,571	0,215
3,8	1,775	0,563	0,219
4,0	1,800	0,555	0,223
∞	3,000	0,333	0,333

La limită, pentru $\alpha = 0$ rezultă $\lambda = 1$, $M_{aa'} = M$, $M_{bb'} = 0$, iar pentru $\alpha = \infty$ rigiditățile grinzilor aa' și bb' se însumează aritmetic ($\lambda = 3$) și $M_{aa'} = M_{bb'} = \frac{1}{3} M$.

I.3. Cazul cu trei grinzi secundare intermediare ($n = 4$)

Schema de calcul este cea din figura 9*b*. Se ajunge deci în acest caz la un sistem cu trei noduri *a*, *b*, *c*, respectiv trei necunoscute θ_a, θ_b, θ_c.

Rigiditățile reduse ale barelor:

$$\rho_{aa'} = \rho_{bb'} = 6\,; \quad \rho_{cc'} = 3\,; \quad \rho_{ab} = \rho_{bc} = \alpha.$$

Sistemul de ecuații de condiție este:

$$\begin{cases} \theta_a(\rho_{aa'} + 2\rho_{ab}) - 2\theta_b\rho_{ab} = M \\ \theta_b(\rho_{bb'} + 2\rho_{ab}) - \theta_a\rho_{ab} - \theta_c\rho_{bc} = 0 \\ \theta_c(\rho_{cc'} + \rho_{bc}) - \theta_b\rho_{bc} = 0 \end{cases}$$

sau:

$$\begin{cases} (6 + 2\alpha)\,\theta_a - 2\alpha\theta_b = M \\ (6 + 2\alpha)\,\theta_b - \alpha\theta_a - \alpha\theta_c = 0 \\ (3 + \alpha)\,\theta_c - \alpha\theta_b = 0 \end{cases}$$

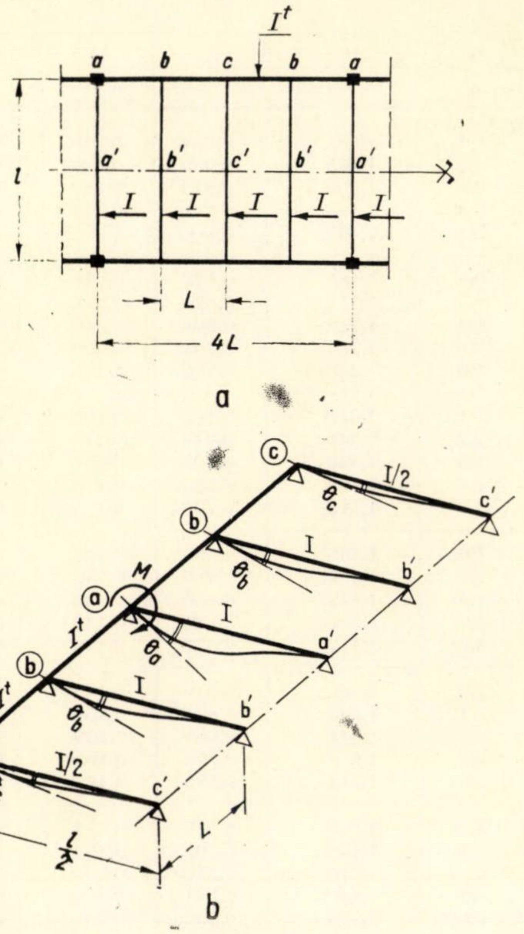


Fig. 9

Din rezolvarea lui se obține:

$$\theta_a = \frac{M}{6} \cdot \frac{18 + 12\,\alpha + \alpha^2}{18 + 18\,\alpha + 4\,\alpha^2}\,; \quad \theta_b = \frac{M}{6} \cdot \frac{\alpha\,(3 + \alpha)}{18 + 18\,\alpha + 4\,\alpha^2}\,;$$

$$\theta_c = \frac{M}{6} \cdot \frac{\alpha^2}{18 + 18\,\alpha + 4\,\alpha^2},$$

Rigiditatea corectată a barei aa';

$$\overline{\rho}_{aa'} = \frac{M}{\theta_a} = 6\,\frac{18 + 18\,\alpha + 4\,\alpha^2}{18 + 12\,\alpha + \alpha^2}$$

Coeficientul de corecție:

$$\lambda = \frac{\overline{\rho}_{aa'}}{\rho_{aa'}} = \frac{18 + 18\,\alpha + 4\,\alpha^2}{18 + 12\,\alpha + \alpha^2} \qquad (4)$$

Momentele la capetele barelor:

$$M_{aa'} = \frac{1}{\lambda} M = \mu_a M \qquad \left(\mu_a = \frac{1}{\lambda}\right)$$

$$M_{bb'} = \theta_b\rho_{bb'} = \frac{\alpha\,(3 + \alpha)}{18 + 18\,\alpha + 4\,\alpha^2} M = \mu_b M$$

$$M_{cc'} = 2\theta_c\rho_{cc'} = \frac{\alpha^2}{18 + 18\alpha + 4\alpha^2} M = \mu_c M$$

unde:

$$\mu_b = \frac{\alpha\,(3 + \alpha)}{18 + 18\,\alpha + 4\,\alpha^2}\,; \qquad \mu_c = \frac{\alpha^2}{18 + 18\,\alpha + 4\,\alpha^2}$$

$$(M_{aa'} + 2\,M_{bb'} + M_{cc'} = M)$$

Valorile coeficienților λ, μ_a, μ_b, μ_c în funcție de α sînt date în tabela 3.

Tabela 3

α	λ	μ_a	μ_b	n_c
0.	1.	1.	0.	0.
0,1	1,033	0,968	0,016	0.—
0,2	1,065	0,939	0,029	0,002
0,3	1,095	0,913	0,042	0,003
0,4	1,125	0,888	0,053	0,006
0,5	1,155	0,866	0,062	0,009
0,6	1,185	0,845	0,072	0,012
0,7	1,211	0,826	0,080	0,015
0,8	1,238	0,808	0,087	0,018
0,9	1,264	0,791	0,094	0,021
1,0	1,290	0,775	0,100	0,025
1,1	1,316	0,760	0,106	0,028
1,2	1,341	0,746	0,111	0,032
1,3	1,365	0,733	0,116	0,035
1,4	1,388	0,720	0,121	0,038
1,5	1,412	0,708	0,125	0,042
1,6	1,435	0,697	0,129	0,045
1,7	1,457	0,686	0,133	0,048
1,8	1,479	0,676	0,137	0,051
1,9	1,501	0,666	0,140	0,054
2,0	1,522	0,657	0,143	0,057
2,2	1,562	0,640	0,149	0,063
2,4	1,603	0,624	0,154	0,069
2,6	1,641	0,609	0,159	0,074
2,8	1,678	0,595	0,163	0,079
3,0	1,714	0,583	0,167	0,084
3,2	1,749	0,571	0,171	0,088
3,4	1,783	0,560	0,174	0,092
3,6	1,816	0,550	0,177	0,096
3,8	1,847	0,541	0,180	0,100
4,0	1,878	0,533	0,182	0,104
∞	4,000	0,250	0,250	0,250

La limită, pentru $\alpha = 0$ rezultă $\lambda = 1$, $M_{aa'} = M$, $M_{bb'} = M_{cc'} = 0$, iar pentru $\alpha = \infty$, $\lambda = 4$ şi $M_{aa'} = M_{bb'} = M_{cc'} = \frac{1}{4} M$.

Fig. 10

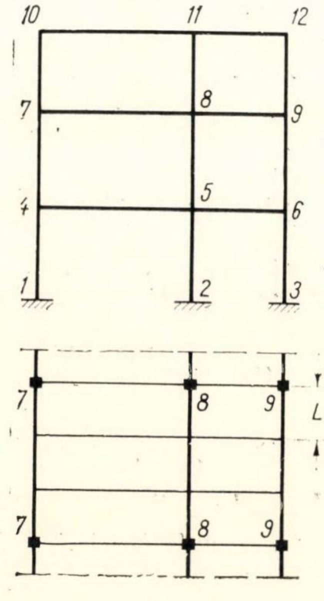
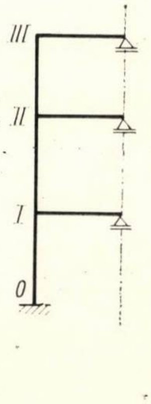


Fig. 11



I.4. Cazul cu patru sau mai multe grinzi secundare intermediare ($n \geqslant 5$)

Din compararea coloanelor λ şi μ_a din tabela 3 cu cele corespunzătoare din tabela 2 se vede că la aceleaşi valori ale lui α, coeficienţii λ şi μ_a ajung să difere foarte puţin între cazurile $n = 3$ şi $n = 4$. Între $n = 4$ şi $n \geqslant 5$ diferenţele vor fi şi mai mici, astfel că putem admite cu suficientă aproximaţie că valorile calculate pentru $n = 4$ sînt valabile şi la $n \geqslant 5$.

Cazul limită $n = \infty$ corespunde plăcii masive. Pentru acest caz, o metodă de calcul analogă celei de faţă, pornind de la teoria plăcilor, este dată în [9].

II. CADRE ETAJATE ORTOGONALE OARECARE

II.1. În metoda „cadrului înlocuitor"

În măsura în care pentru un cadru etajat oarecare se admite un calcul aproximativ prin metoda cadrului înlocuitor, se poate aplica şi procedeul expus mai sus pentru considerarea conlucrării spaţiale a grinzilor secundare. Coeficientul α se calculează atunci pe cadrul înlocuitor. Expresia (1):

$$\alpha = \frac{G\,I^t\,l}{E\,I\,L} = \frac{G}{E} \cdot \frac{\dfrac{I^t}{L}}{\dfrac{I}{l}}$$

devine:

$$\alpha = \frac{G}{E} \cdot \frac{\Sigma \dfrac{I^t}{L}}{\Sigma \dfrac{I}{l}}$$

unde:

$\Sigma \dfrac{I^t}{L}$ se extinde la toate grinzile principale longitudinale de la nivelul respectiv;

$\Sigma \dfrac{I}{l}$ se extinde la toate riglele transversale.

De exemplu, în cazul cadrului din figura 10, înlocuit prin cadrul-scară din figura 11, avem la nodul II:

$$\Sigma \frac{I^t}{L} = \frac{1}{L}\left(I^t_{7-7} + I^t_{8-8} + I^t_{9-9}\right)$$

$$\Sigma \frac{I}{l} = 2\left(\frac{I_{7-8}}{l_{7-8}} + \frac{I_{8-9}}{l_{8-9}}\right)$$

(coeficientul 2 intervine deoarece fiecare din riglele 7—8 şi 8—9 intră în calcul cu rigidităţile de la ambele capete).

II.2. În calculul prin metode mai riguroase

Coeficienţii de corecţie λ daţi în tabelele 1, 2, 3 pot fi utilizaţi şi în cazul cînd cadrul plan echivalent se calculează printr-o metodă exactă, determinîndu-se atunci valoarea lui α pentru fiecare nod în parte.

Desigur că rezultatele nu mai sînt riguros corecte, întrucît riglele nu mai sînt solicitate antisimetric, dar eroarea este mult mai mică decît cea care se face neglijînd cu totul conlucrarea spaţială.

Sporul de rigiditate a riglelor, datorită conlucrării grinzilor secundare intermediare, este de recomandat a fi luat în considerare şi pentru determinarea perioadei vibraţiilor proprii, necesară în calculul forţelor seismice. Întrucît mărimea forţei seismice orizontale, după prescripţiile normativului P.13—63, este invers proporţională cu mărimea perioadei vibraţiilor proprii, neglijarea sporului de rigiditate rezultat din conlucrarea spaţială ar duce la o valoare mai mare a perioadei vibraţiilor proprii şi deci la o subevaluare a forţelor seismice.

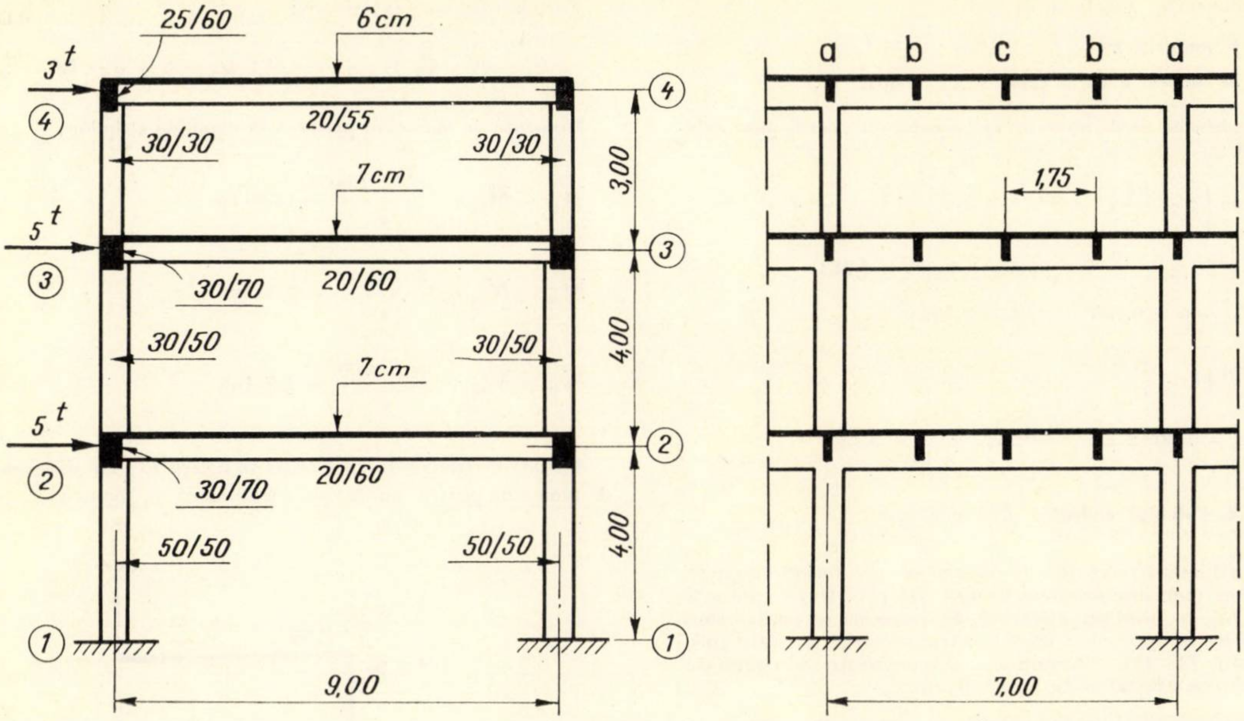

3t
④
25/60
6cm
30/30
20/55
30/30
7cm
5t
③
30/70
20/60
30/50
30/50
7cm
5t
②
30/70
20/60
50/50
50/50
①
9,00
3,00
4,00
4,00
a
b
c
b
a
1,75
7,00

Fig. 12

III. EXEMPLU DE CALCUL

Caracteristicile geometrice ale structurii și încărcările sînt arătate în figurile 12 și 13.

III.1. Rigiditățile barelor

— bare supuse la încovoiere;

(b, h, l = dm ; I = dm^4)

Bara	2−2′ 3−3′	4−4′	1−2	2−3	3−4
b	2	2	5	3	3
h	6	5,5	5	5	3
$\frac{bh^3}{12}$	36,00	27,73	52,08	31,25	6,75
h_p	0,7	0,6	—	—	—
h_p/h	0,117	0,109	—	—	—
$b_p = b + 6h_p$	6,2	5,6	—	—	—
b_p/b	3,1	2,8	—	—	—
γ (STAS 3599−52)	1,464	1,392	1	1	1
$I = \gamma \frac{bh^3}{12}$	52,70	38,60	52,08	31,25	6,75
l	90	90	40	40	30
I/l	0,585	0,429	1,302	0,780	0,225

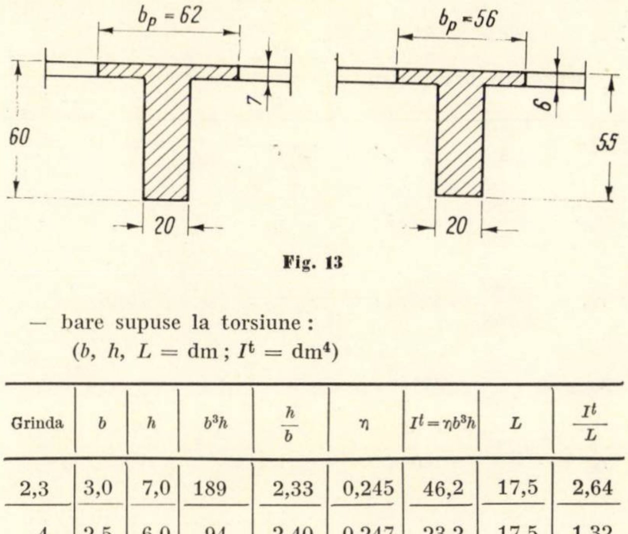

$b_p = 62$
7
60
20
$b_p = 56$
6
55
20

Fig. 13

— bare supuse la torsiune:

(b, h, L = dm ; I^t = dm^4)

Grinda	b	h	b^3h	$\frac{h}{b}$	η	$I^t = \eta b^3 h$	L	$\frac{I^t}{L}$
2,3	3,0	7,0	189	2,33	0,245	46,2	17,5	2,64
4	2,5	6,0	94	2,40	0,247	23,2	17,5	1,32

Pentru coeficienții η s-a folosit tabela din [1], bazată pe formula:

$$\eta \simeq \frac{1}{3}\left(1 - 0{,}62\,\frac{b}{h}\right)$$

$G \simeq 0{,}425\ E$ (beton armat).

Coeficienții α:

— la nodurile 2 și 3:

$$\alpha_2 = \alpha_3 = \frac{G}{E}\cdot\frac{I^t}{L}\cdot\frac{l}{I} = 0{,}425\,\frac{2{,}64}{0{,}585} = 1{,}92$$

— la nodul 4:

$$\alpha_4 = 0{,}425\,\frac{1{,}32}{0{,}429} = 1{,}31.$$

Coeficienții λ (tabela 3):

- la nodurile 2 și 3 ($\alpha = 1,92$) ; $\lambda = 1,505$
- la nodul 4 ($\alpha = 1,31$) : $\lambda = 1,367$.

Rigiditățile la distorsiune ale barelor în cadrul plan echivalent:

— rigle $\left(\rho = \frac{6I}{l}\right)$

$$\rho_{2-2'} = \rho_{3-3'} = 6 \times 0,585 \times 1,505 = 5,283$$

$$\rho_{4-4'} = 6 \times 0,429 \times 1,31 = 3,372$$

— stîlpi $\left(\rho = \frac{I}{l}\right)$

$$\rho_{1-2} = 1,302 ; \quad \rho_{2-3} = 0,780 ; \quad \rho_{3-4} = 0,225.$$

III.2. Calculul cadrului plan echivalent

Se utilizează relaxările de distorsiuni, sub formă de repartizări de momente (metoda Csonka [4] [5]). După cum este știut [2], în locul repartizărilor de momente se poate folosi și oricare alt procedeu iterativ: transmiterea de rotiri (distorsiuni) [2] [8], transmiterea de momente neechilibrate de nod pe o schemă de tip Kani [3] etc.

Sumele rigidităților la noduri:

$$\Sigma\rho_2 = 1,302 + 0,780 + 5,283 = 7,365$$

$$\Sigma\rho_3 = 0,780 + 0,225 + 5,283 = 6,288$$

$$\Sigma\rho_4 = 0,225 + 3,372 = 3,597.$$

Coeficienții de repartiție:

$$r_{21} = \frac{1,302}{7,365} = 0,177 ; \qquad r_{23} = \frac{0,780}{7,365} = 0,106 ;$$

$$r_{22'} = \frac{5,283}{7,365} = 0,717 ;$$

$$r_{32} = \frac{0,780}{6,288} = 0,124 ; \qquad r_{34} = \frac{0,225}{6,288} = 0,036 ;$$

$$r_{33'} = \frac{5,283}{6,288} = 0,840 ;$$

$$r_{43} = \frac{0,225}{3,597} = 0,063 ; \qquad r_{44'} = \frac{3,372}{3,597} = 0,937.$$

Forțele tăietoare exterioare:

$$Q_4 = 3\text{t} ; \quad Q_3 = 3 + 5 = 8\text{t} ; \quad Q_2 = 8 + 5 = 13\text{t}.$$

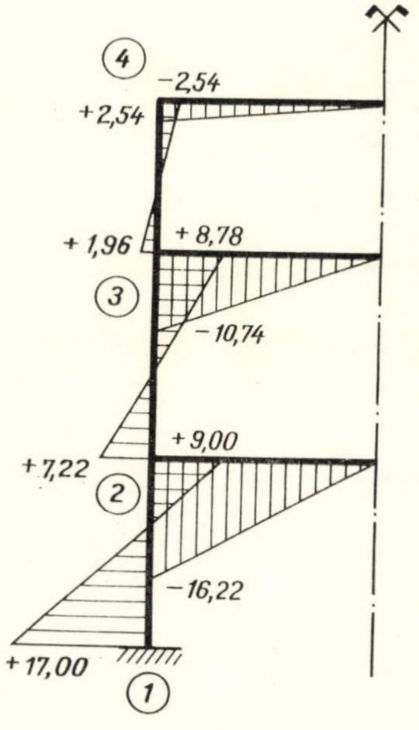
Momente de încastrare perfectă la capetele stîlpilor:

$$\overline{M}_{12} = \overline{M}_{21} = \frac{13 \times 4,00}{4} = 13,00 \text{ tm} ;$$

$$\overline{M}_{23} = \overline{M}_{32} = \frac{8 \times 4,00}{4} = 8,00 \text{ tm} ;$$

$$\overline{M}_{34} = \overline{M}_{43} = \frac{3 \times 3,00}{4} = 2,25 \text{ tm}.$$

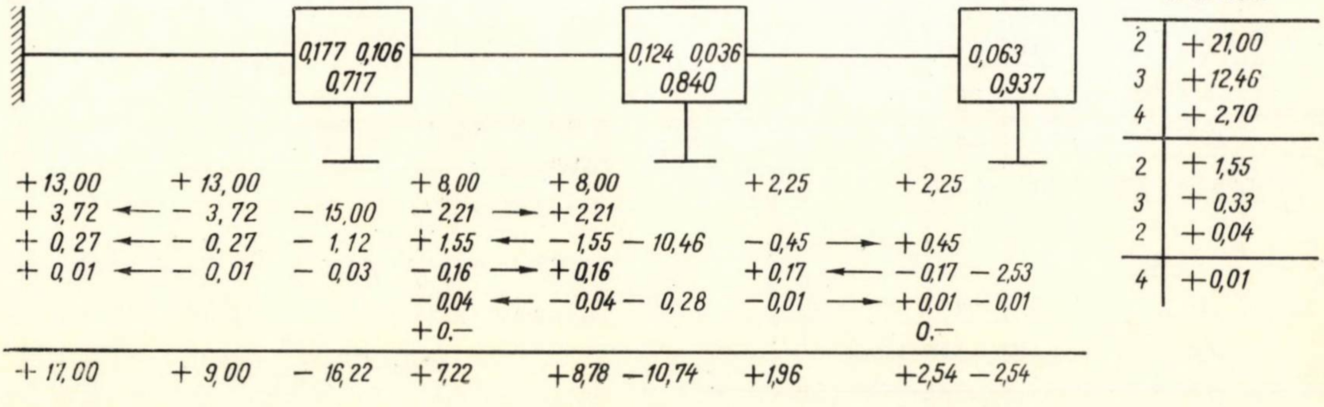
Schema de transmiteri este dată în figura 14, iar diagrama de momente pentru cadrul plan echivalent în figura 15.



4
-2,54
+2,54
+1,96
+8,78
3
-10,74
+9,00
+7,22
2
-16,22
+17,00
1

Fig. 15

Fig. 14



1
2
3
4
0,177 0,106
0,717
0,124 0,036
0,840
0,063
0,937
+13,00 + 13,00 + 8,00 + 8,00 + 2,25 + 2,25
+ 3,72 ← − 3,72 − 15,00 − 2,21 → + 2,21
+ 0,27 ← − 0,27 − 1,12 + 1,55 ← − 1,55 − 10,46 − 0,45 → + 0,45
+ 0,01 ← − 0,01 − 0,03 − 0,16 → + 0,16 + 0,17 ← − 0,17 − 2,53
− 0,04 ← − 0,04 − 0,28 − 0,01 → + 0,01 − 0,01
+ 0.− 0.−
+ 17,00 + 9,00 − 16,22 + 7,22 + 8,78 − 10,74 + 1,96 + 2,54 − 2,54
ordinea
2 + 21,00
3 + 12,46
4 + 2,70
2 + 1,55
3 + 0,33
2 + 0,04
4 + 0,01

III.3. Distribuţia finală a momentelor în rigle, de la cadrul plan echivalent la cadrul spaţial real (fig. 16)

Coeficienţii de distribuţie μ_a, μ_b, μ_c se iau din tabela 3 :

— la nodurile 2 şi 3 ($\alpha = 1{,}92$) :

$\mu_a = 0{,}664$; $\mu_b = 0{,}141$; $\mu_c = 0{,}054$;

— la nodul 4 ($\alpha = 1{,}31$) :

$\mu_a = 0{,}719$; $\mu_b = 0{,}121$; $\mu_c = 0{,}038$.

Momentele distribuite :

— la nodul 2 :

$$M_{2a} = M_{22'} \mu_a = -16{,}22 \times 0{,}664 = -10{,}77 \text{ tm}$$

$$M_{2b} = M_{22'} \mu_b = -16{,}22 \times 0{,}141 = -2{,}29 \text{ tm}$$

$$M_{2c} = M_{22'} \mu_c = -16{,}22 \times 0{,}054 = -0{,}87 \text{ tm}.$$

Verificare : $-10{,}77 - 2 \times 2{,}29 - 0{,}87 = -16{,}22$ tm.

— la nodul 3 :

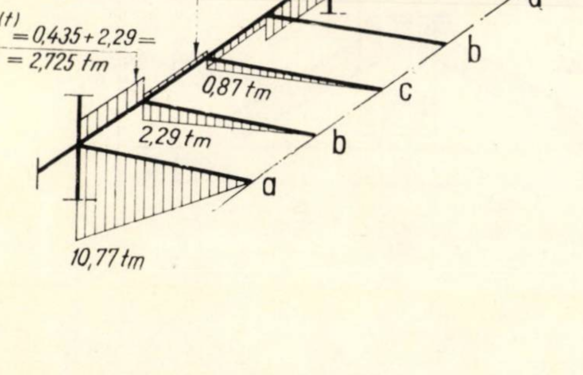
$$M_{3a} = M_{33'} \mu_a = -10{,}74 \times 0{,}664 = -7{,}14 \text{ tm}$$

$$M_{3b} = M_{33'} \mu_b = -10{,}74 \times 0{,}141 = -1{,}51 \text{ tm}$$

$$M_{3c} = M_{33'} \mu_c = -10{,}74 \times 0{,}054 = -0{,}58 \text{ tm}.$$

Verificare : $-7{,}14 - 2 \times 1{,}51 - 0{,}58 = -10{,}74$ tm.

Fig. 16


$M^{(t)} = \frac{0,87}{2} = 0,435$ tm
$M^{(t)} = 0,435 + 2,29 =$
$= 2,725$ tm
0,87 tm
2,29 tm
10,77 tm
a
b
c
b
a

— la nodul 4 :

$$M_{4a} = M_{44'} \mu_a = -2{,}54 \times 0{,}719 = -1{,}82 \text{ tm}$$

$$M_{4b} = M_{44'} \mu_b = -2{,}54 \times 0{,}121 = -0{,}31 \text{ tm}$$

$$M_{4c} = M_{44'} \mu_c = -2{,}54 \times 0{,}038 = -0{,}10 \text{ tm}$$

Verificare : $-1{,}82 - 2 \times 0{,}31 - 0{,}10 = -2{,}54$ tm.

În figura 16 este reprezentată diagrama de momente pentru riglele de la nivelul nodului 2. Calculul momentelor de torsiune din grinda principală longitudinală este făcut pe figură.

IV. REFERITOR LA RIGIDITATEA LA TORSIUNE A ELEMENTELOR DE BETON ARMAT

În cele expuse mai sus nu s-a intrat într-o analiză a modului cum trebuie determinată rigiditatea la torsiune $K = GI^t/L$ a grinzilor principale longitudinale, metoda de calcul prezentată fiind independentă de expresia acestei rigidităţi.

Totuşi, este de menţionat că pentru elementele de beton armat, în noile prescripţii germane (proiectul de revizuire DIN 4224, redactarea din martie 1968), se prevede ca la determinarea rigidităţilor la torsiune valorile calculate ca pentru elemente omogene şi elastice să fie corectate cu coeficientul subunitar:

$$\gamma = 0{,}15\,(1 + \mu)\,\frac{1}{1 + \dfrac{M}{M_r}}.$$

unde :

μ este procentul de armare longitudinală uniform distribuită pe perimetrul secţiunii (armare la torsiune) ;

M = momentul încovoietor din încărcările de exploatare în secţiunea unde momentul de torsiune este maxim ;

M_r = momentul încovoietor de rupere corespunzător.

Această corecţie, care duce la o micşorare substanţială a valorilor rigidităţilor la torsiune ($\gamma \simeq 0{,}15 \ldots 0{,}25$), este recomandată pe baza rezultatelor unor încercări, după care în stadiul II de lucru (după fisurare), rigidităţile la torsiune ar scădea în măsură mult mai mare decît cele la încovoiere.

Dat fiind că valorile coeficientului γ sînt încă în discuţie, în exemplul numeric din lucrarea de faţă rigidităţile elementelor supuse la torsiune s-au calculat fără reducerea recomandată de prescripţiile germane.

Bibliografie

[1] Agent R. : *Metoda aproximaţilor succesive*. Bucureşti, E.S.A.C., 1955·
[2] Agent R. : *Bazele teoretice şi aplicaţiile utilizării distorsiunilor în calculul cadrelor etajate*, Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 10,1963.
[3] Berberich L. : *Einfache Berechnung symmetrischer Rahmentragwerke mit verschieblichen Knoten nach Ausgleichsverfahren*, Beton- und Stahlbetonbau, nr. 1,1962.
[4] Csonka P. : *Eljárás elmozduló sarkú derékszögii keretek számitására*, Budapesta, 1950.
[5] Csonka P. : *Une contribution á la simplification de la methoae de Hardy Cross*. Technique moderne — construction, nr. 3,1952
[6] Hangan M. D. : *Influenţa torsiunii grinzilor în calculul planşeelor*, Buletinul Soc. politehnice Bucureşti, nr. 9—11,1936
[7] Kupferschmid V. : *Ebene und räumliche Rahmentragwerke*, Viena, 1952
[8] Luetkens O. : *Die Methoden der Rahmenstatik*, Berlin, 1949
[9] Matildi P. : *Sul calcolo spaziale delle strutture intelaiate*, Giornale del genio civile, nr. 1—2,1957
[10] Mazilu P. : *Calculul spaţial al cadrelor cu grinzi longitudinale principale şi grinzi transversale secundare*, Studii şi cerc. de mec. şi metalurgie, nr. 1—2,1952
[11] Zimmermann H. : *Räumliche Stockwerkrahmen mit torsionssteifen Längsträgern*, Düsseldorf, 1965

Fundaţii izolate prefabricate de tip hipar cu inelul de bază precomprimat

Ing. C. Mihai, conf. ing. A. Mihul

D.S.A.P.C.—Iaşi Institutul politehnic—Iaşi

I. CONSIDERAŢII GENERALE

În anul 1953, în oraşul Mexico, cunoscutul inginer Felix Candela a proiectat şi executat pentru prima dată, la construcţia unui complex industrial, fundaţii sub formă de paraboloizi hiperbolici, rezolvate ca plăci spaţiale de beton armat.

Suprafaţa mare de contact cu terenul a unor astfel de fundaţii duce la reducerea presiunilor efective (pe teren) în raport cu cele obţinute prin utilizarea fundaţiilor clasice (de aceleaşi dimensiuni în plan), ceea ce face ca sistemele spaţiale cu pereţi relativ subţiri să fie deosebit de eficiente, mai cu seamă în cazul construcţiilor amplasate pe terenuri cu capacitate portantă redusă. Totodată, componentele orizontale ale presiunilor pe teren, care provoacă consolidarea locală a pămîntului, contribuie la uniformizarea tasărilor construcţiilor în ansamblul lor.

Posibilităţile de adaptare la teren a sistemelor spaţiale cu pereţi relativ subţiri, utilizate în acest scop, permit de asemenea o folosire mai raţională a rezervelor de rezistenţă ale întregii mase de pămînt antrenate în lucru, prin consumarea în mare parte a capacităţii ei de rezistenţă.

Datorită formei spaţiale a acestor fundaţii şi grosimii relativ reduse a pereţilor, valoarea eforturilor din efectul de încovoiere rezultă redusă în raport cu valorile eforturilor axiale (în afara unor zone — de margine şi în dreptul muchiilor — în care este necesar a se lua măsuri suplimentare de armare).

Cercetările efectuate cu privire la influenţa exercitată de forma suprafeţei interioare a fundaţiilor asupra repartiţiei eforturilor sub talpa fundaţiei au arătat că o suprafaţă curbă închisă contribuie la o repartiţie mai uniformă a presiunilor, reducînd tasările în perioada de consolidare.

Prin reducerea momentelor încovoietoare în raport cu cele rezultate la fundaţiile obişnuite, consumul de beton, şi în unele cazuri de armătură, poate rezulta mai redus, fapt care justifică introducerea în practică a fundaţiilor de tip hipar, cu toate dificultăţile ce apar la execuţia lor.

Dezavantajele ivite la aplicarea unor astfel de fundaţii constau, în general, în tehnologia de execuţie a lor, care este dificilă; de asemenea în lucrările de pregătire a terenului de fundaţie (care comportă un consum sporit de muncă manuală), precum şi datorită lipsei unor metode de calcul, aplicabile uşor în practică, pentru proiectarea lor. O frînă în acest sens o constituie şi lipsa unei experienţe în practica utilizării fundaţiilor spaţiale cu pereţi relativ subţiri.

Parte din dezavantajele menţionate, legate în special de procesul de execuţie pentru realizarea unor forme cît mai raţionale, pot fi eliminate prin utilizarea unor sisteme prefa-

c

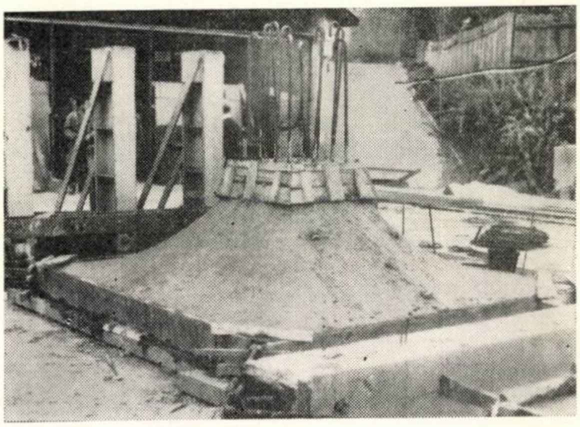
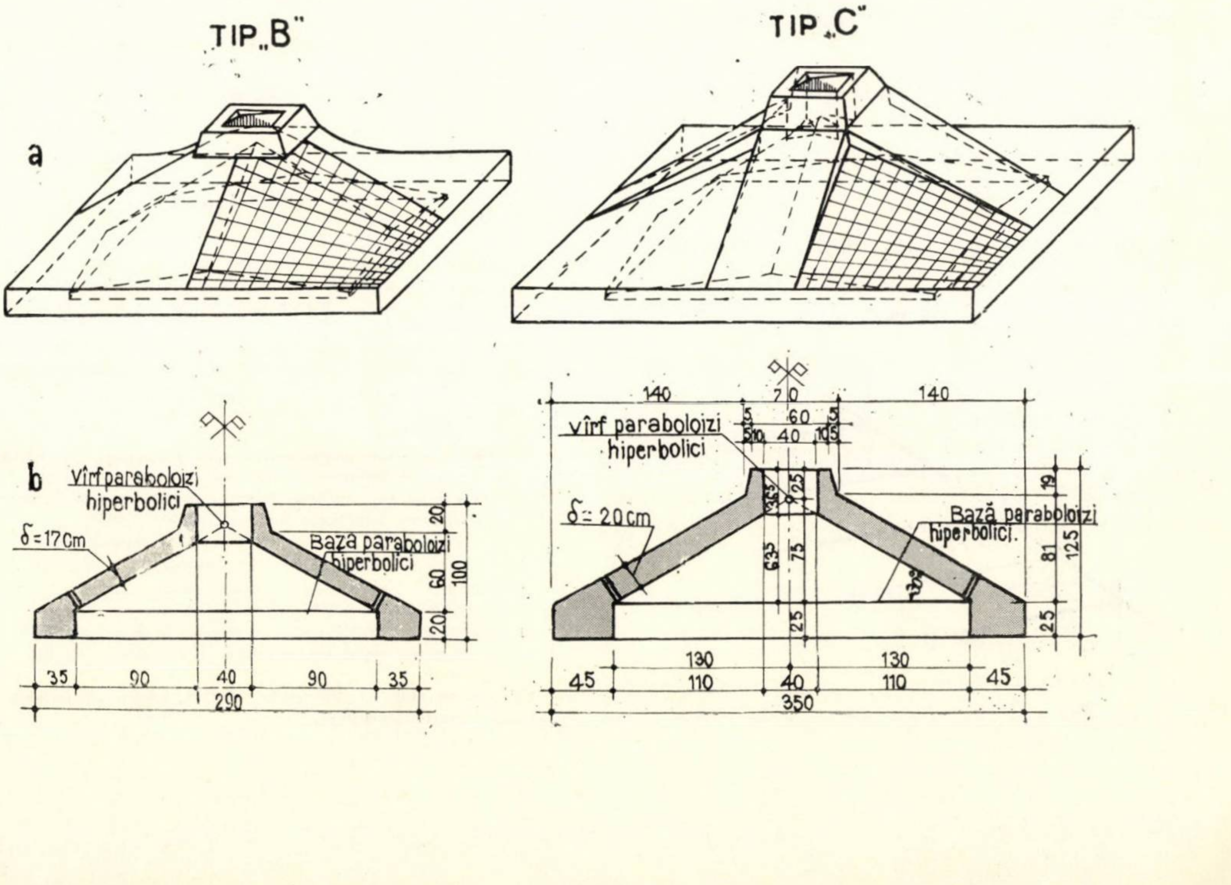


Fig. 1. Forma fundaţiilor de tip B şi C

a — perspective; *b* — secţiuni transversale; *c* — aspect după turnare


TIP „B"
TIP „C"
a
b
Vîrf paraboloizi hiperbolici
δ=17cm
Baza paraboloizi hiperbolici
20
60
100
20
35
90
40
90
35
290
140
70
140
5
60
5
5
10
40
10
5
vîrf paraboloizi hiperbolici
δ= 20cm
Bază paraboloizi hiperbolici.
19
81
125
25
63,5
75
25
130
130
45
110
40
110
45
350

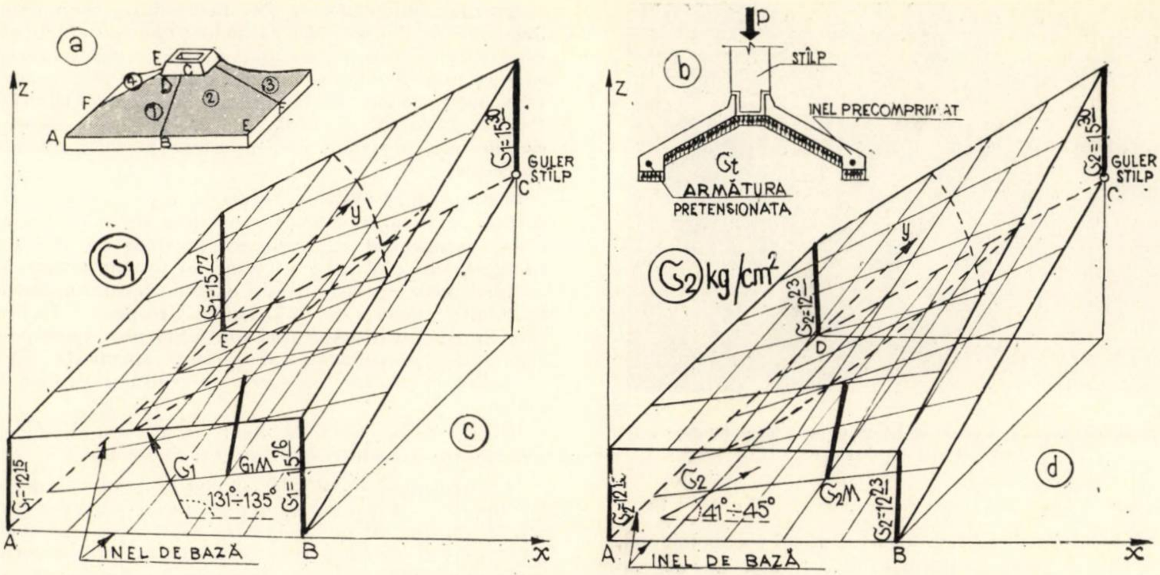


Fig. 2. Eforturi principale în fundațiile hipar de tipul A

a — conturul celor patru paraboloizi hiperbolici ; *b* — schema de încărcare cu presiuni uniform distribuite ; *c* — variația eforturilor principale σ_1 la un paraboloid hiperbolic ; *d* — variația eforturilor principale σ_2.

bricate. Folosirea fundațiilor sub formă de sisteme spațiale cu pereți relativ subțiri apare deosebit de rațională și datorită posibilităților de reducere în mare măsură a greutății lor proprii, fapt care poate asigura utilizarea maximă a avantajelor industrializării construcțiilor.

Introducerea în practică, pe scară largă, a unor astfel de sisteme permite rezolvarea în mai bune condiții a problemei de industrializare a construcțiilor ivite astăzi la concepția și alcătuirea lor, legate de necesitatea punerii în acord a modului de execuție a suprastructurilor (care se alcătuiesc din elemente prefabricate) cu sistemul de execuție a fundațiilor.

La fundațiile prefabricate sub formă de sisteme spațiale cu pereți relativ subțiri apar însă o serie de dificultăți determinate de rezemarea lor intimă pe teren. Pe baza unor cercetări făcute în acest sens, problema rezemării continue a fundației prefabricate pe teren poate fi rezolvată adoptînd unul din următoarele procedee :

— umplerea anterioară a golului dintre peretele subțire și terenul de fundație cu un material ieftin — de exemplu cu zgură, argilă etc. — cu prelucrarea suprafeței cu bitum, mortar slab sau rășini sintetice ;

— umplerea ulterioară, sub presiune, a golului, de înălțime redusă (obținută prin executarea săpăturii după profilul fundației) cu mortar de ciment sau cu pămînt stabilizat ;

— înșurubarea fundațiilor sub formă de plăci subțiri în pămînt prin utilizarea unor forme elicoidale ;

— vibropresarea plăcilor spațiale într-un strat de nisip așternut pe fundul gropilor de fundație etc.

Avantajul sistemului de fundații prefabricate sub formă de sisteme spațiale cu pereți relativ subțiri au determinat pe autori să elaboreze o serie de tipuri de astfel de fundații pentru cantina de 6 000/3 porții din cadrul unui grup social-studențesc din Iași. Au fost astfel prevăzute fundații izolate prefabricate sub formă de paraboloizi hiperbolici cu inelul de bază precomprimat.

Structura de rezistență a construcției este formată din cadre de beton armat cu deschiderile pe ambele direcții de 7 m, avînd subsol, parter și etaj. Stratul de fundare este alcătuit dintr-o argilă grasă, urmată de o argilă prăfoasă de culoare cafenie.

Dintr-un calcul statistic al sarcinilor gravitaționale pe stîlpi au rezultat trei tipuri de fundații, utilizate cu frecvență mare :

— tip A — de capacitate portantă 100 t și suprafața în plan 2,60 × 2,60 m ;

— tip B — de capacitate portantă 130 t și suprafața în plan 2,90 × 2,90 m ;

— tip C — de capacitate portantă 190 t și suprafața în plan 3,50 × 3,50 m.

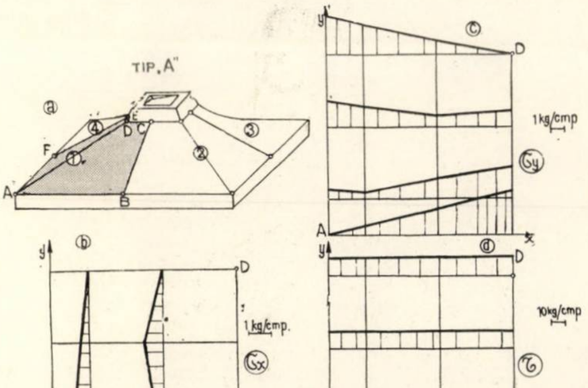
Corespunzător acestor tipuri de fundații, s-au conceput hipari de tipul A, B și C, avînd grosimea plăcii respectiv de 15 cm, 17 cm și 20 cm (fig. 1).

II. ALCĂTUIREA FUNDAȚIEI SPAȚIALE DE TIP HIPAR *

Fundațiile sub formă de sisteme spațiale cu pereții relativ subțiri, proiectate în plan, sînt formate din cîte patru paraboloizi hiperbolici simetrici după două direcții, prevăzuți

Fig. 3. Variația eforturilor σ_x, σ_y, τ_{xy}

a — tipul de fundație alcătuit din patru paraboloizi hiperbolici ; *b* — variația eforturilor σ_x ; *c* — variația eforturilor σ_y ; *d* — variația eforturilor τ_{xy}



---

* La proiectare au colaborat și ing. Octavian Banu și ing. Virgil Aur de la D.S.A.P.C.-Iași.

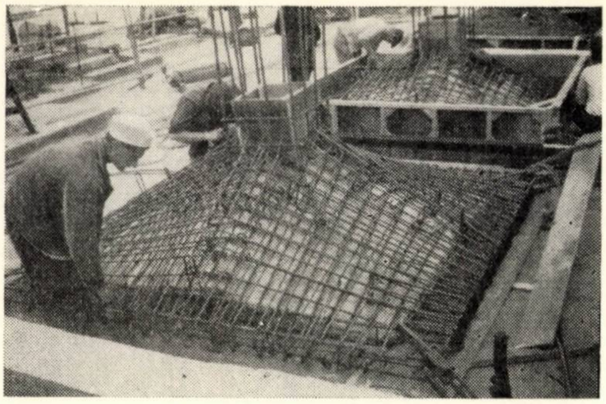


Fig. 4. Dispunerea plaselor de armătură OL 38 în placa hiparului după cele două familii de drepte

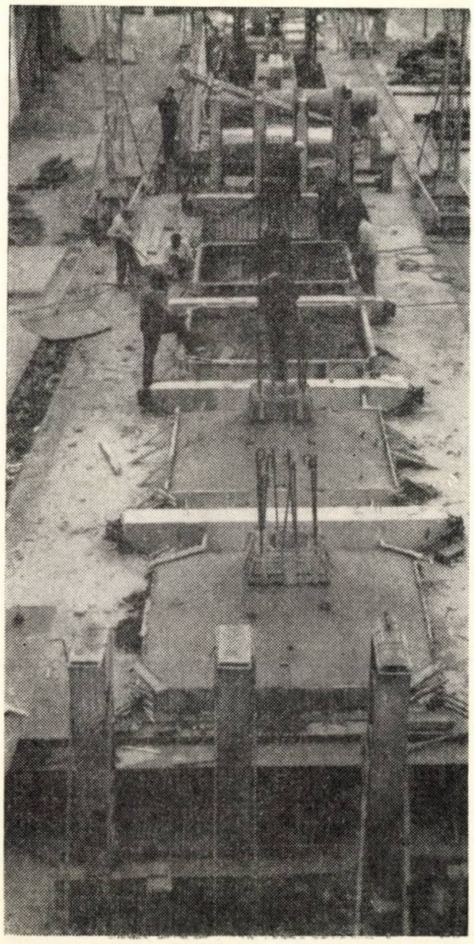
cu un inel de bază şi un guler dispus la vîrful paraboloidului, în care se face încastrarea stîlpilor; săgeata hiparilor are valoarea de 1/3,6 din deschiderea bazei fundaţiei (fig. 1).

Ipotezele de încărcare la care s-au făcut calculele sînt:

— fundaţie neîncărcată, acţionată numai din precomprimarea inelului de bază ;

— fundaţie încărcată prin intermediul stîlpului, rezemată pe inelul de bază şi intradosul pînzelor subţiri, presiunile terenului fiind considerate uniform distribuite ;

— la calculul fundaţiilor, acţiunea momentelor din stîlp a fost neglijată, acestea fiind mici faţă de încărcarea realizată din sarcinile auxiliare.



Calculul fundaţiilor a fost făcut după recomandările lui Jagdish, A. Beleş şi Mircea Soare : valorile eforturilor după cele două metode au rezultat apropiate. Dimensiunile hiparilor au fost alese în aşa mod încît sistemul de armare şi armătura pretensionată să fie aceleaşi la cele trei tipuri utilizate. Pentru peluarea eforturilor de compresiune după lizierele radiale ale hiparilor s-au prevăzut nervuri armate corespunzător.

Menţionăm că eforturile normale σ_x, σ_y la hiparul de tipul A (fig. 2) au atins valoarea maximă de 3,53 kgf/cm^2, iar efortul tangenţial τ_{xy}, valoarea maximă de 15,30 kgf/cm^2. În funcţie de eforturile normale, au fost determinate eforturile principale σ_1 (întindere) şi σ_2 (compresiune) ,care au ajuns la valorile maxime de 15,77 kgf/cm^2, respectiv 15,70 kgf/cm^2 (fig. 3). Din analiza variaţiei eforturilor principale pe întreaga suprafaţă — eforturi de valori foarte apropiate ca mărime —rezultă avantajele pe care le prezintă paraboloizii hiperbolici.

Efortul de întindere N din tirantul inelului de rezemare a rezultat cuprins între 26 000 kgf şi 29 000 kgf.

Corespunzător solicitărilor de mai sus, armarea paraboloizilor hiperbolici a fost proiectată sub formă de plase Ø 12/10 cm OL 38 (fig. 4), iar inelul de bază a fost precomprimat cu oţel 3 Ø 18 PC 90. Precomprimarea inelului de bază a permis realizarea unor deformaţii de compresiune în beton care au redus în mare măsură zona în care acţionează momentele încovoietoare, cît şi valoarea lor. În acest mod a fost asigurată compatibilitatea între deformaţia pînzei, corespunzătoare stării de tensiuni calculate la eforturi axiale, şi deformaţia inelului de bază (provocată de împingerile respective).

III. EXECUŢIE, TRANSPORT, MONTARE*

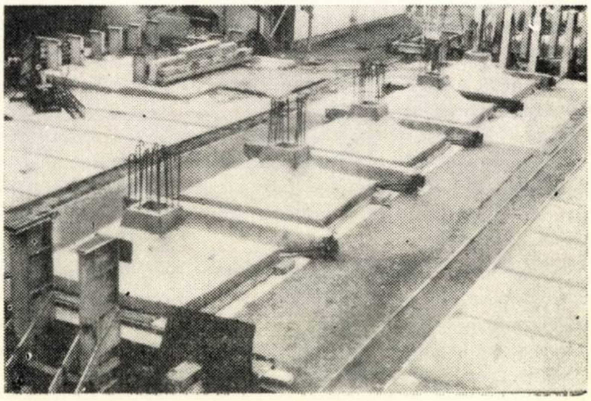
Amenajarea terenului de fundare se face executîndu-se o săpătură după şablon ; bulbul de teren de sub prefabricat se execută mai mic decît golul prefabricatului, realizîndu-se astfel un interspaţiu de circa 10 cm între sol şi fundaţie, care asigură rezemarea liberă a fundaţiei prefabricate, ce se sprijină în această fază numai pe talpa inelului de bază.

Fundaţiile prefabricate au fost executate pe standul de precomprimate al filialei INCERC-Iaşi (fig. 5). Preîntinderea armăturilor sub formă de inele nesegmentate (fig. 6) a fost realizată după brevetul de invenţie nr. 48260 — autor A. Mihul. Sistemul menţionat (fig. 7) permite realizarea preîntinderii concomitente pentru un şir de fundaţii ale unor inele de armătură nesegmentate de formă pătrată, dreptunghiulară sau trapezoidală.

Cofrajele au fost alcătuite din elemente drepte dispuse după cele două familii de generatoare rectilinii.

Transportul prefabricatelor de la stand la şantier se face pe platforme tractate de tractoare şi sînt montate cu automacarale sau prin ripare şi lansare.

Fig. 5. Executarea fundaţiilor de tip hipar cu inelul precomprimat cu armătură preîntinsă, pe stand
a — aspect în timpul turnării ; b — după terminarea lucrărilor



---

* Execuţia fundaţiilor a fost îndrumată de ing. Şt. Enescu de la catedra de beton armat de la Institutul politehnic Iaşi şi Alecu Popoiu de la T.C.-Iaşi.

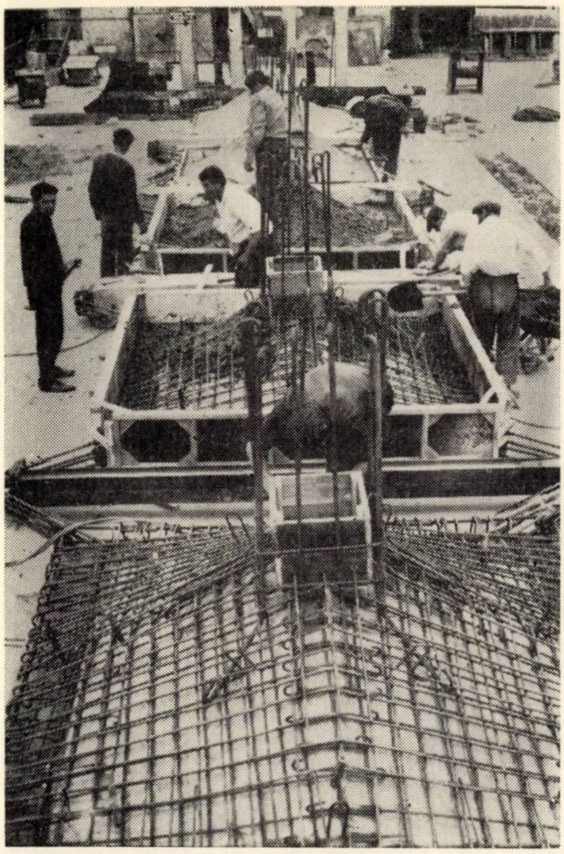


Fig. 6. Armarea inelelor de bază cu armătură pretensionată sub formă de inele nesegmentate preîntinse alcătuite din oțel de tip PC 90

După montarea prefabricatelor, pentru asigurarea rezemării continue a fundației pe toată suprafața de pămînt de sub intradosul plăcii, spațiul rămas liber se completează cu un material injectat — pămînt stabilizat cu ciment — a cărui rezistență este cel puțin egală cu aceea a terenului de fundare. Pentru verificarea umplerii golului s-au prevăzut orificii în pereții fundației (fig. 1).

IV. CONSIDERAȚII ECONOMICE

Pentru cele trei tipuri de fundații izolate de tip hipar s-au obținut următorii indici tehnico-economici:

— beton	0,025 m³/m² Ad
— cofraje	0,10 m²/m² Ad
— oțel	3,7 kg/m² Ad
— cost	27 lei/m² Ad.

Menționăm că armarea și dimensiunile fundațiilor au fost alese la limita superioară, avînd în vedere lipsa de date practice privind comportarea acestor sisteme la acțiunea sarcinilor exterioare.

V. CONCLUZII

a) Fundațiile izolate sub formă de paraboloizi hiperbolici (de tip hipar), realizate la Iași, au permis realizarea unor sisteme spațiale la care s-a obținut o reducere a cantității de beton și respectiv a greutății proprii în proporție de peste 50% în raport cu fundațiile de beton armat similare utilizate în practica construcțiilor; reducerea greutății se obține prin eliminarea betonului din porțiunea centrală, dimensiunile exterioare ale fundațiilor de tip clasic și cele de tip hipar fiind practic de aceeași mărime.

b) Fundațiile executate sub forma unor clopote alcătuite din patru paraboloizi hiperbolici, avînd inelul de bază precomprimat cu armătură preîntinsă sub formă de inele nesegmentate, s-au comportat deosebit de bine la transport, depozitare și manipulare. Aceste condiții asigură posibilitatea dezvoltării lor ca sisteme prefabricate pentru industrializarea executării lucrărilor din cadrul ciclului zero al clădirilor, rămase în urmă în raport cu executarea suprastructurii.

c) Alcătuirea unor forme spațiale obținute din patru paraboloizi hiperbolici simetrici, datorită proprietăților geometrice ale acestor suprafețe (care admit două familii de generatoare drepte), a asigurat condiții deosebit de avantajoase pentru execuție (dispunerea cofrajelor și a armăturii).

d) Precomprimarea inelului de bază cu armătură preîntinsă a permis utilizarea mai rațională a armăturii și a micșorat în mare proporție diferența dintre deformația plăcii subțiri, rezultată din acțiunea eforturilor axiale, și deformația inelului de bază, fiind redusă astfel, în mare proporție, valoarea momentelor încovoietoare transversale.

e) Precomprimarea inelului de bază cu bare groase cu profil periodic de tip PC a asigurat obținerea unor sisteme cu sensibilitate redusă la coroziune a armăturii preîntinse supuse acțiunii mediului nociv.

Bibliografie

[1] : The Indian concrete journal, iunie 1958

[2] : Deutsche Architektur, 2, 1962

[3] : Osnovanie fundamentî i mehanika gruntov, 6, 1965

[4] : Promișlenoie stroitelstvo, 12, 1965

[5] Beleș A. și Soare M. : *Paraboloidul eliptic și hiperbolic în construcții*. Ed. Academiei R.P.R. 1964

[6] : Sinteză documentară, 1966

[7] : The Indian concrete journal, iunie 1961

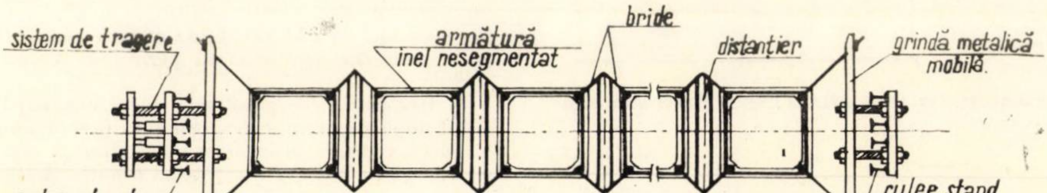
[8] A. Guerrin : *Traité de béton armé*, vol. III, Paris, Dunod, 1960

[9] : Journal of the American concrete institute, oct. 1960

[10] A. Mihul și C. Capatu : *Realizarea stadiului de membrană la unele cupole de revoluție prin pretensionarea inelului de bază*, tom III (VII), fasc. 1–2, 1956, Buletinul Inst. politehnic Iași

[11] A. Mihul : *Pretensionarea armăturilor după inele nesegmentate*. Brevet nr. 48260

Fig. 7. Scheme pentru pretensionarea în lanț a inelelor nesegmentate



Rosturi lipite cu rășini epoxidice.
Experimentări pe un model de pod la scară naturală

Ing. Rűber Eric, dr. ing. M. Tannenbaum, ing. Dan Viespescu

INCERC

I. INTRODUCERE

În ultima vreme, soluția realizării rosturilor prin lipire cu polimeri organici cîștigă teren în tehnica precomprimării de peste hotare.

Faptul se datorește avantajelor pe care le prezintă această metodă în comparație cu soluția rosturilor umplute cu mortar de ciment utilizată pînă în prezent, și anume :

— scurtarea timpului de execuție (de la circa 72 ore la 24 de ore pentru un rost) ;

— sporirea siguranței la fisurare datorită bunei aderențe a rășinii la beton și implicit scăderea pericolului de coroziune a armăturilor pretensionate, precum și sporirea rigidității construcției.

Rosturile lipite s-au aplicat în special la execuția podurilor în consolă din bolțari prefabricați asamblați prin precomprimare.

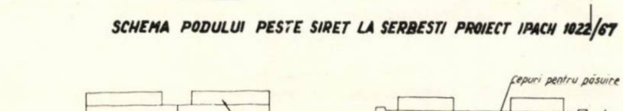
Astfel, în U.R.S.S., în cursul anilor 1964—1966 s-au construit circa 4 300 m de poduri de acest fel, lungimea maximă a consolei fiind de 62 m [1], iar în Franța, cam în aceeași perioadă, circa 4 100 m, cu lungimea maximă a consolei de 40 m [2]. Rășina folosită în ambele țări este de tip epoxidic, ale cărei calități mecanice, pecum și rezistențele la îngheț-dezgheț și îmbătrînire în timp au fost relevate de diverși autori [3] — [7].

Deoarece în țară se produc rășini epoxidice (fabrica Getica București, fabrica Anticorozivul București), iar construcția de poduri s-a dezvoltat mult în ultimul timp, s-a impus cercetarea realizării rosturilor lipite în condițiile din România.

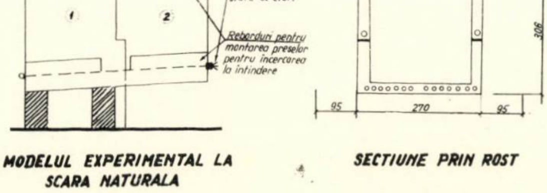
O serie de cercetări efectuate în cadrul INCERC în cursul anilor 1965—1966 au stabilit caracteristicile mecanice și de comportare în timp ale rășinilor fabricate la noi [8], [9].

Concluzia a fost că aceste rășini sînt corespunzătoare cerințelor, dar că modulul scăzut de elasticitate ($E = 40\ 000$ kg/cm^2 la 24 de ore de la punerea în lucrare) impune realizarea unui rost de grosime minimă, rosturile de grosime mai mare sau egală cu 5 mm ducînd, sub acțiunea precomprimării, la distrugerea în timp a betonului în zona rostului. Distrugerea se produce în urma fisurării perpendicular pe rost a betonului adiacent, datorită deformației mari transversale a rășinii în rost, care— prin aderență — antrenează betonul.

Fig. 1



SCHEMA PODULUI PESTE SIRET LA SERBESTI PROIECT IPACH 1022/67


1
2
Fascicule SBPI 48Ø5 pentru modelarea stării de efort
Reborduri pentru montarea preselor pentru încercarea la întindere
Cepuri pentru păsuire
306
95
270
95

MODELUL EXPERIMENTAL LA SCARA NATURALA

SECTIUNE PRIN ROST

Legat de construcția primului pod de acest tip din țară, traversarea Siretului la Liești, în lungime de 160 m (40—80—40), în colaborare cu proiectantul (IPACH) și executantul (ICST), INCERC a elaborat un program experimental în vederea găsirii soluției tehnologice de realizare a unui rost păsuit.

S-au făcut în acest sens o serie de încercări pe epruvete de dimensiuni reduse (10 × 10 × 26 cm) și pe baza rezultatelor obținute s-a trecut la realizarea unui model experimental la scară naturală, pentru reproducerea condițiilor de execuție a rosturilor la podul sus-amintit.

II. CERCETĂRI EXPERIMENTALE

Modelul experimental (fig. 1) este compus din două jumătăți de bolțari adiacente rostului de la mijlocul consolei podului proiectat de IPACH și prin modul lui de alcătuire permite executarea la scară naturală — în cadrul experimentărilor — a următoarelor operații : turnarea bolțarilor ; realizarea rostului păsuit ; decofrarea și montarea în poziție a bolțarilor ; lipirea bolțarilor ; precomprimarea.

De asemenea, fiind executat în aer liber, acest model permite urmărirea comportării în timp a rostului sub acțiunea agenților atmosferici. Pentru cercetări asupra aderenței rășinii s-au prevăzut la bolțarii experimentali reborduri, între care se pun prese hidraulice, cu ajutorul cărora se produc întinderi în rost (după îndepărtarea fasciculelor).

a) **Cofrajul și turnarea bolțarilor experimentali.** Turnarea bolțarilor s-a făcut pe o platformă de beton sclivisită, într-un cofraj din panouri demontabile căptușite cu placaj bachelitizat (tegofilm) (fig. 2 și 3). Partea superioară a cofrajului este complet refolosibilă, în timp ce partea inferioară se modifică după fiecare turnare, conform înclinării consolei podului. Etanșarea se realizează prin garnituri de cauciuc. Vibrarea s-a făcut cu vibratorul lance, obținîndu-se un beton marca B 400.

b) **Realizarea rostului păsuit.** Rostul păsuit a fost realizat prin turnarea succesivă a betonului bolțarilor (fig. 3), astfel încît primul bolțar a slujit drept cofraj la turnarea celui de al doilea. Pentru ca betonul proaspăt să nu adere de cel vechi, suprafața acestuia din urmă a fost acoperită în prealabil cu o peliculă din soluția de lipire cu care se execută rostul. Pelicula, în grosime de circa 0,3 mm, trebuie să fie complet întărită la data turnării betonului (să nu fie lipicioasă la atingere).

În acest mod s-a tratat și suprafața cofrajului în contact cu rostul.

Metoda de execuție a stratului separator, prin acoperire cu pelicula de același material cu care se execută lipirea, prezintă, față de alte metode folosite (săpunuri, leșii), avantajul că nu introduce în rost substanțe străine care influențează negativ aderența sau prezintă pericol de coroziune a armăturilor.

c) **Desfacerea (desprinderea) bolțarilor după turnare** s-a făcut după atingerea a 50% din marca betonului.

Forța necesară desprinderii bolțarilor a fost de circa 0,5 kg/cm^2 și s-a realizat cu ajutorul a patru prese hidraulice de 20 t.

Fețele rostului au rezultat curate, fără ciobiri (fig. 4).

Deplasarea și montarea bolțarilor s-au făcut cu o macara de 20 t.

d) **Lipirea bolțarilor** s-a făcut după aplicarea soluției de rășină în două straturi pe fiecare față. După lipire s-a asigurat o presare a rostului de circa 2 kg/cm^2, cu ajutorul unor tiranți demontabili fixați pe bolțari.

Aplicarea soluției, în toate cazurile, s-a făcut cu pistolul cu aer comprimat și nu a prezentat dificultăți.

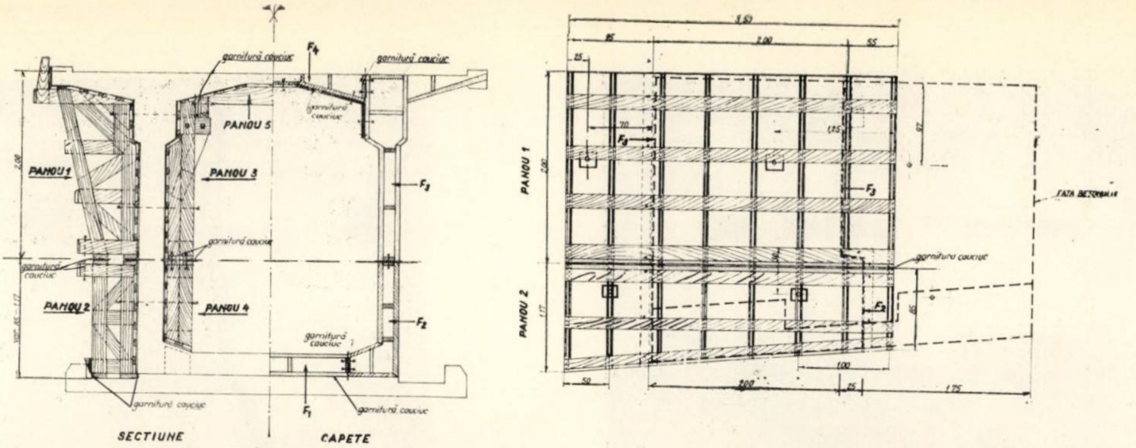

garnitură cauciuc
F4
garnitură cauciuc
PANOU 5
garnitură cauciuc
PANOU 1
PANOU 3
F3
garnitură cauciuc
garnitură cauciuc
PANOU 2
PANOU 4
F2
garnitură cauciuc
garnitură cauciuc
F1
garnitură cauciuc
2.00
SECTIUNE
CAPETE
3.50
85
2.00
55
25
70
F3
1.25
97
PANOU 1
PANOU 2
200
117
F3
FATA BETONULUI
garnitura cauciuc
F2
85
100
50
200
25
175

Fig. 2

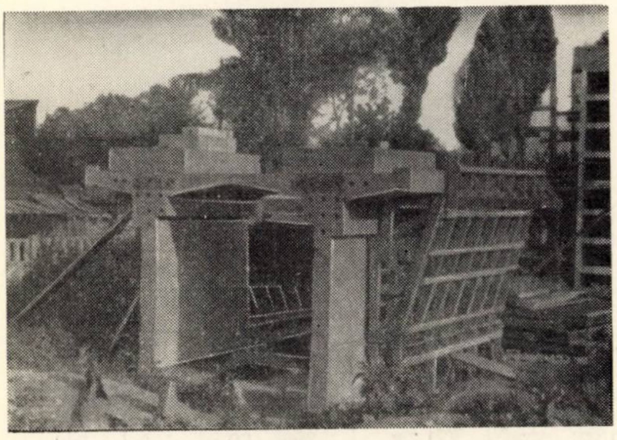


Fig. 3

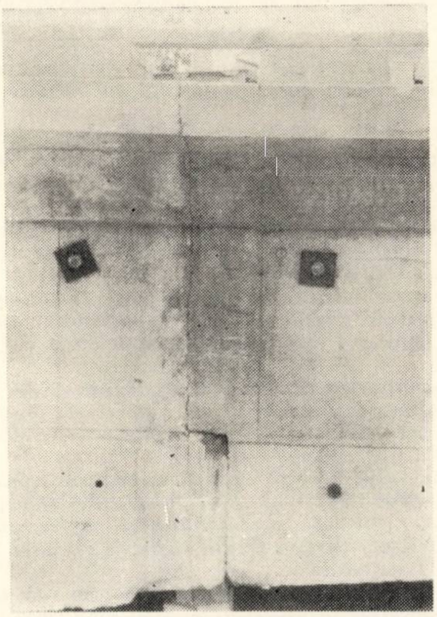


Fig. 5

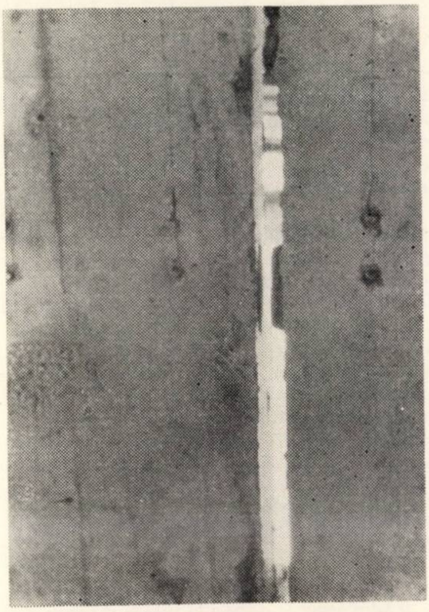


Fig. 4

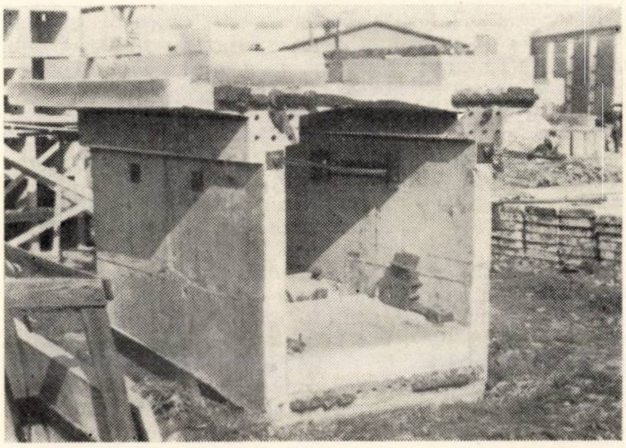
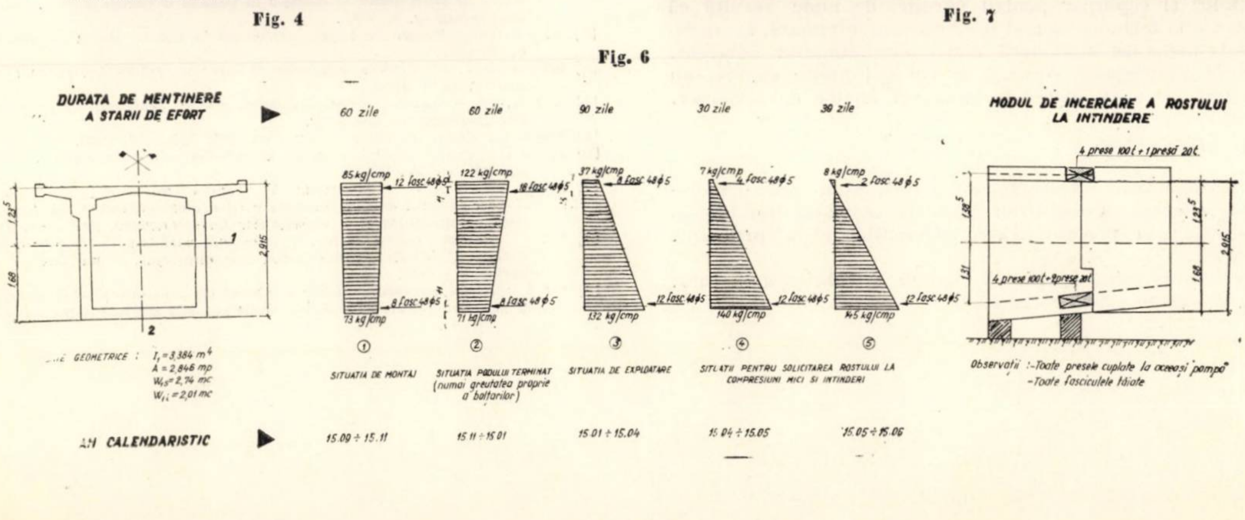


Fig. 7

Fig. 6


DURATA DE MENTINERE A STARII DE EFORT
60 zile
60 zile
90 zile
30 zile
30 zile
MODUL DE INCERCARE A ROSTULUI LA INTINDERE
123,5
1.68
2.915
1
2
85 kg/cmp
12 fasc 48φ5
8 fasc 48φ5
73 kg/cmp
122 kg/cmp
18 fasc 48φ5
8 fasc 48φ5
71 kg/cmp
37 kg/cmp
8 fasc 48φ5
12 fasc 48φ5
132 kg/cmp
7 kg/cmp
4 fasc 48φ5
12 fasc 48φ5
140 kg/cmp
8 kg/cmp
2 fasc 48φ5
12 fasc 48φ5
145 kg/cmp
4 prese 100t + 1 presă 20t
4 prese 100t + 2 prese 20t
130,5
1.31
123,5
1.68
2.915
GEOMETRICE :
$I_1 = 3,384\ m^4$
$A = 2,846\ mp$
$W_{1s} = 2,74\ mc$
$W_{1i} = 2,01\ mc$
①
②
③
④
⑤
SITUATIA DE MONTAJ
SITUATIA PODULUI TERMINAT (numai greutatea proprie a boltarilor)
SITUATIA DE EXPLOATARE
SITUATII PENTRU SOLICITAREA ROSTULUI LA COMPRESIUNI MICI SI INTINDERI
Observații :-Toate presele cuplate la aceeași pompă
-Toate fasciculele tăiate
AN CALENDARISTIC
15.09 ÷ 15.11
15.11 ÷ 15.01
15.01 ÷ 15.04
15.04 ÷ 15.05
15.05 ÷ 15.06

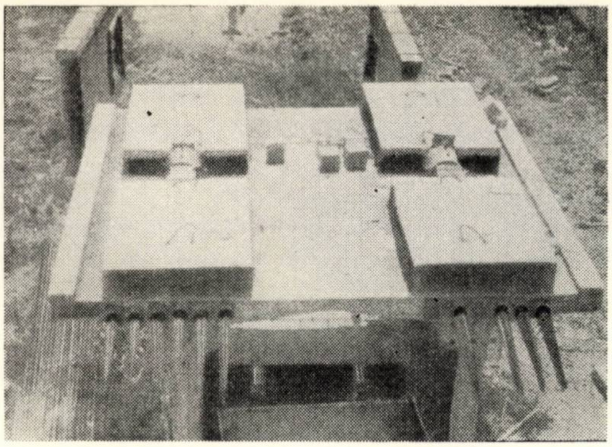


Fig. 8

Compoziţia soluţiei de lipire folosită, în greutate, a fost :

— rășină Epodur C MICh — NII 2 985/63 100 g;
— întăritor MICh NII 2 985/63 30 g;
— acetonă industrială STAS 78—50 35 g.

Prepararea s-a făcut într-un vas curat, prin amestecarea rășinii cu întăritorul pînă la obţinerea unei culori uniforme şi apoi s-a adăugat acetona.

Grosimea rostului rezultat (fig. 5) a fost în jur de 1 mm. Toate operaţiile, de la introducerea întăritorului în răşină şi pînă la aplicarea presiunii pe rost, au durat circa 30 de minute.

e) **Precomprimarea** a început la 24 de ore de la execuţia rostului. Pentru reproducerea eforturilor reale din rost, în talpa inferioară au fost prevăzute suplimentar canale pentru introducerea a 14 fascicule SBP 48 Ø 5.

Programul experimental (fig. 6) a urmărit reproducerea stărilor de efort în rost în decursul execuţiei şi exploatării construcţiei. Acest lucru s-a realizat prin modificarea numărului de fascicule tensionate. În figura 7 se vede modelul în situaţia 1 de încărcare.

În situaţiile 2, 3, 4 (fig. 6) de încărcare nu s-au observat deosebiri calitative în aspectul zonei rostului, deşi în acest interval de timp răşina a suportat o iarnă aspră şi o primăvară călduroasă.

În situaţia 5 au fost tăiate toate fasciculele din talpa superioară, ceea ce a creat la fibra superioară o întindere (din încovoiere) de circa 14 kg/cm^2. Elementul a fost menţinut astfel patru zile, timp în care nu s-au observat fisuri în partea superioară a rostului.

Pentru încărcarea rostului la întindere s-au tăiat şi fasciculele din talpa inferioară şi s-a executat montajul preselor, reprezentat în figura 6 dreapta şi în figura 8.

Ruperea rostului s-a produs la un efort mediu de întindere de circa 5 kg/cm^2 ; aspectul rostului după rupere se vede în figura 9.

Scăderea rezistenţei la întindere de la 14 kg/cm^2 la 5 kg/cm^2 se explică prin modificarea naturii solicitării : în primul caz, întindere din încovoiere ; în al doilea caz, întindere teoretic uniformă pe secţiune, dar în realitate neuniformă datorită excentricităţilor inerente unei încercări la scară naturală.

Din examinarea secţiunii de rupere (fig. 9) s-a observat că ruperea s-a produs în general prin răşină sau prin desprinderea răşinii, ruperea prin beton efectuîndu-se numai în dreptul pintenilor şi cepurilor pentru păsuire, de unde rezultă că rezistenţa la întindere a rostului lipit este inferioară, iar rezistenţa la forfecare superioară rezistenţei betonului adiacent.

Apare avantajoasă o secţiune cu mai multe cepuri sau reborduri, care să sporească numărul feţelor de forfecare.

III. CONCLUZII

Experimentările efectuate au permis stabilirea tehnologiei de execuţie a rosturilor lipite la elemente din bolţari asamblaţi prin precomprimare. Execuţia nu a prezentat dificultăţi.

Lipirea cu răşină epoxidică Epodur C, fabricată în ţară, a dat rezultate satisfăcătoare.

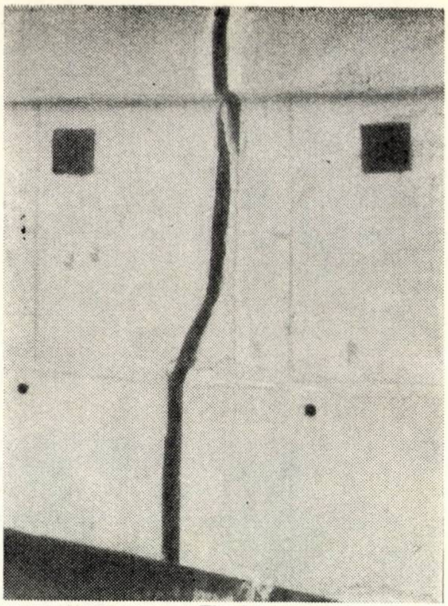


Fig. 9

Consumurile de materiale pe m^2 de rost au fost cele din tabela 1.

Tabela 1

Operaţia	U.M.	Răşină	Întăritor	Acetonă	
				pentru amestec	pentru spălare
pentru cofraj	g	200	60	130	300
pentru desprindere	g	200	60	130	300
pentru lipire	g	600	180	300	400
TOTAL		1 000	300	560	1 000

Răşina şi întăritorul sînt produse de fabrica Anticorozivul Bucureşti la preţul de circa 40 lei/kg.

Procedeul scurtează timpul de execuţie a unui rost de pod de la 72 de ore la 24 de ore (aproximativ), aducînd — datorită aderenţei răşinilor epoxidice — o siguranţă sporită la fisurare şi implicit la coroziunea armăturilor pretensionate. Metoda necesită însă măsuri organizatorice sporite la execuţie, date fiind dozajele prescrise şi timpul relativ scurt impus punerii în operă a acestor răşini.

Rezistenţa la întindere relativ mică (5 kg/cm^2) a rostului lipit cu răşini epoxidice nu permite modificarea prescripţiilor actuale de calcul privind rosturile la elemente de beton precomprimat, prescripţii care recomandă existenţa unui efort de compresiune în rost de minimum 10 kg/cm^2.

Rezultatele experimentărilor pe model la scară naturală permit trecerea la aplicarea în producţie a procedeului studiat şi au fost puse la dispoziţia întreprinderilor de construcţie pentru a fi aplicate la realizarea unor poduri montate în consolă, în curs de execuţie.

Bibliografie

[1] Melnicov L., Zaharov L. V. : *Asamblarea prin lipire a elementelor prefabricate de beton armat la execuţia în consolă a podurilor mari.* Beton i jelezobeton, nr. 1, 1967.

[2] Klosen GSA : *Poduri din bolţari prefabricaţi în Franţa.* Beton Steinzeitung, nr. 6, 1967.

[3] Solomatov V. I. : *Lipirea betoanelor cu materiale polimerice.* Beton i jelezobeton nr. 1 1963.

[4] Ney K. ş.a. — *Sinmast, o răşină sintetică pentru şantierele de construcţii.* Der Bauingenieur, dec. 1962.

[5] Skeist I. : *Răşini epoxidice.* New York, Ed. Reihnold, 1960.

[6] Jejcic D. : *Raport general în cadrul colocviului prin corespondenţă.* Buletin RILEM nr. 28 , 1965.

[7] Juster Ed., Petcov L., Hîncu V. : *Restabilirea caracterului monolit al unor fundaţii de turbogeneratoare cu ajutorul răşinilor sintetice.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 5—6, 1966.

[8] * * * : *Mortare pentru rosturi la elemente asamblate prin precomprimare.* Referat INCERC, secţia beton precomprimat, tema II.C — 2b, partea II—1965.

[9] * * * : *Răşini epoxidice. Studiu şi referat cu concluzii privind cercetările de laborator.* Referat INCERC, secţia betoane-mortare, tema 2.2. 1966.

Intocmirea planului operativ la lucrările coordonate prin metoda drumului critic

Conf. ing. **Antonie Trelea**

Planificarea şi conducerea producţiei de construcţii-montaj prin metoda drumului critic se face pe bază de grafice-reţea întocmite pentru investiţii sau obiecte întregi, a căror execuţie durează perioade care se măsoară — în general — în ani.

Activităţile prevăzute de graficele-reţea dispun — cu excepţia celor aflate pe drumul critic — de rezerve de timp variabile ca mărime; aceste rezerve permit ca momentul începerii activităţilor respective să se stabilească şi pe alte criterii decît cel al respectării duratei totale de execuţie. În organizarea şi conducerea operativă a lucrărilor apare astfel necesitatea unei planificări pe perioade mai scurte (an, trimestru, lună, decadă etc.), prin care să se stabilească concret care sînt activităţile pe care unitatea respectivă (întreprindere, şantier, lot etc.) îşi propune să le realizeze într-un interval de timp dat; este deci necesară o planificare operativă, care constă, în fond, în particularizarea termenelor de începere a activităţilor care dispun de rezerve de timp.

Particularizarea termenelor de începere trebuie să se facă însă în funcţie de unele criterii economice — preţ de cost minim, folosirea optimă a resurselor materiale şi băneşti etc. — respectîndu-se în acelaşi timp condiţionările şi ritmurile de execuţie prevăzute în grafice.

În lipsa posibilităţilor de optimizare a graficului-reţea pe criteriile de mai sus, este acreditat în prezent următorul mod de întocmire a planului operativ:

— se reactualizează graficul-reţea;

— la activităţile cu rezerve de timp „se apreciază" cantităţile care se vor programa în perioada pentru care se întocmeşte planul operativ, respectiv se particularizează termenele de începere, pe acelaşi criteriu de apreciere.

Acest mod de lucru are însă importante dezavantaje:

— se reactualizează graficul-reţea chiar dacă nu este necesară schimbarea topologiei;

— „aprecierea" cantităţilor, respectiv a termenelor de începere, se face de o persoană familiarizată cu graficul-reţea şi nu de cei care conduc producţia (şef de lot sau de şantier, organe de conducere din întreprindere);

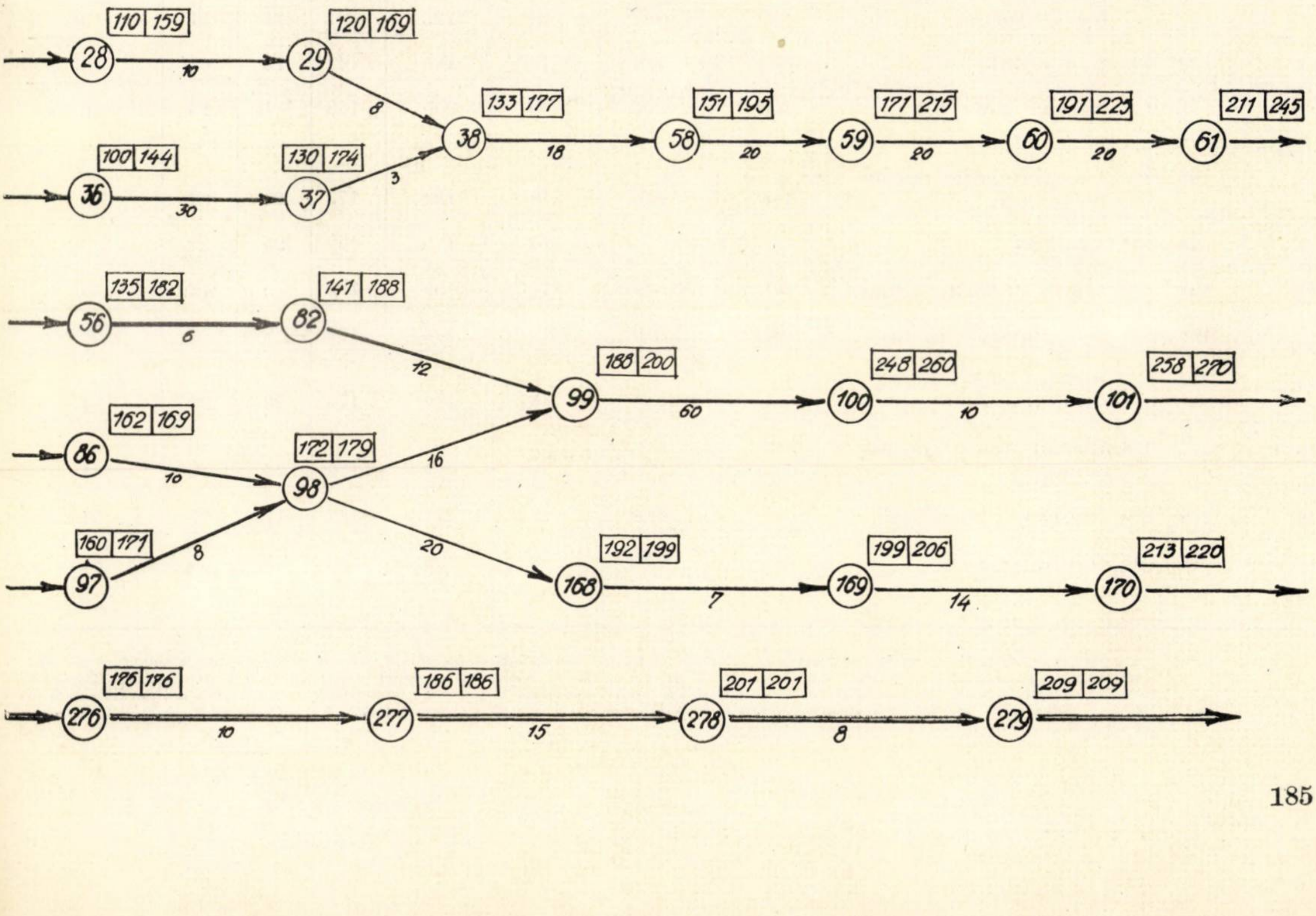
— eventuala corectare a „aprecierilor" iniţiale este laborioasă; în cazul în care această corectare se face de factorii care conduc producţia şi care nu au timpul necesar să studieze în detaliu condiţionările din graficul-reţea, există riscul ca planul operativ astfel stabilit să încalce, uneori flagrant, aceste condiţionări şi deci să devină irealizabil.

Procedeul pe care-l propunem pentru întocmirea planului operativ urmează să elimine tocmai aceste dezavantaje.

— Cantităţile ce urmează a se executa se planifică cumulat pînă la sfîrşitul perioadei pentru care se întocmeşte planul operativ; cantităţile ce se planifică a se executa în perioadă rezultă prin diferenţa faţă de realizările preliminate la începutul ei; în acest fel, actualizarea graficului-reţea rezultă automat în ceea ce priveşte schimbarea ritmului de lucru la unele activităţi, actualizări efective urmînd a se face numai local, acolo unde iese în evidenţă necesitatea schimbării topologiei graficului.

— Organului de conducere care urmează să aprobe planul operativ nu i se prezintă cantităţi şi valori particularizate, ci numai limitele — minimă şi maximă — între care trebuie să varieze acestea; cantităţile şi valorile limită rezultă din situaţiile extreme în care se consumă integral — sau nu se valorifică de loc — rezervele totale de timp ale activităţilor; între aceste limite — în lipsa unor calcule de optimizare — organul de conducere poate stabili prin „apreciere", însă cu mai multă competenţă decît organul de planificare, nivelul planului operativ, pe criteriul folosirii în condiţii cît mai bune a resurselor de care dispune, a atingerii unui plafon valoric etc. Se asigură în acest mod şi disciplina graficului-reţea, care rămîne valabilă integral şi pentru perioadele următoare.

Fig. 1



Acelaşi lucru se întîmplă şi în cazul altor modificări ale planului operativ, care s-ar face de către organe superioare, însă numai între cele două limite.

Pentru exemplificarea modului de stabilire a celor două limite să considerăm un grafic-reţea — cu activităţile pe arce — în care pentru o activitate $(i\,j)$ rezerva totală de timp este:

$$R_t\,(ij) = Tij - Dij \tag{1}$$

unde:

Tij este termenul cel mai tîrziu la care se poate începe activitatea $(i-j)$;

Dij — termenul cel mai devreme la care se poate începe activitatea $(i-j)$.

Tij şi Dij rezultă din elementele graficului-reţea astfel:

$$Tij = t_j^1 - dij \tag{1 a}$$

$$Dij = t_i^0 \tag{1 b}$$

unde:

t_j^1 este termenul maxim al fazei j;

dij — durata activităţii (ij);

t_i^0 — termenul minim al fazei i.

Planul operativ se întocmeşte pentru perioada $Dp - Tp$, simbolurile Dp, Tp reprezentînd termenele care corespund începutului, respectiv sfîrşitului perioadei.

În planul operativ se înscriu toate activităţile *neterminate*, pentru care:

$$(Tp + 1) - Dij > 0. \tag{2}$$

Activităţile care nu satisfac condiţia (2) nu pot fi înscrise în planul operativ decît după ce li se modifică termenul Di prin revizuirea graficului-reţea (ca topologie sau durate). Acest caz, însă, nu corespunde temei noastre de a găsi un procedeu pentru o planificare operativă elastică, dar cu respectarea graficului-reţea.

Plan operativ

(1 aprilie = Dp = 178..

Nr. crt.	Simbolul şi denumirea activităţii (ij)	U.M.	Cantitatea totală Q_{ij}	Durata activităţii dij	Termene de începere		Diferenţe		$\frac{Qij}{dij}$
					cel mai tîrziu Tij	cel mai devreme Dij	$(Tp+1) - Tij$	$(Tp+1) - Dij$	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	29—38. Montare macara turn	m³	1	8	169	120	**35**	**84**	0,125
2	36—37. Săpături subsol şi fundaţii	m³	3 000	30	144	100	**60**	**104**	100,0
3	37—38. Beton fundaţii	m³	74	3	174	130	**30**	**74**	25,0
4	38—58. Beton subsol (incl. cofraj şi armare)	m³	326	18	177	133	**27**	**71**	18,2
5	58—59. Beton parter (incl. cofraj şi armare)	m³	276	20	195	151	9	**53**	13,8
6	59—60. Beton etaj I	m³	260	20	215	171	—11	**33**	13,0
7	60—61. Beton etaj II (incl. cofraj şi armare)	m³	260	20	225	191	—21	11	13,0
8	82—99. Montare stîlpi S.2	buc	120	12	185	141	**19**	**63**	10
9	99—100. Montare grinzi S.2	buc	360	60	200	188	4	16	6
10	98—99. Transport grinzi (secund: 18 m) S.2	buc	240	16	184	172	**20**	**32**	15
11	98—168. Aşteptare	—	—	20	179	172	**25**	**32**	—
12	168—169. Săpături fundaţii utilaje	m³	350	7	199	192	5	**12**	50
13	169—170. Beton fundaţii utilaje	m³	280	14	206	199	— 2	5	20
14	276—277. Montare stîlpi centrala termică	buc	12	3	176	176	**28**	**28**	4
15	277—278. Montare ferme centrala termică	buc	8	8	179	179	**25**	**25**	1
16	278—279. Montarea acoperişului	m²	648	12	187	187	**17**	**17**	54
17	279—280. Izolaţie acoperiş	m²	648	8	199	199	5	5	81

NOTA — Activităţile 59—60 şi 60—61 au fost programate la minimum (adică 0), întrucît activităţile 36—37, 37—38 şi 38—58 care le condiţionează sînt întîrziate. Duratele acestora (pentru activitatea 36—37 se iau maximum 2 zile, corespunzînd cantităţii rămase de executat), împreună cu durata activităţii 58—59 însumează 43 de zile faţă de 26 de zile disponibile în perioadă; în consecinţă, s-au stabilit noi durate notate în rubrica „Observaţii" (posibile de realizat prin lucrul în două schimburi). — În acest fel, rezerva totală de timp a activităţilor 59—60 şi 60—61, ce urmează să se execute în luna următoare, scade la 12 zile.

Pentru fiecare din activitățile înscrise în planul operativ se calculează cantitățile minime (Qij^{min}) și maxime (Qij^{max}) care se pot planifica, folosind relațiile :

$$Q_{ij}^{min} = (T_p + 1 - Tij) \times \frac{Qij}{dij} \tag{3}$$

$$Q_{ij}^{max} = (T_p + 1 - Dij) \times \frac{Qij}{dij} \tag{4}$$

în care Q_{ij} este cantitatea totală pentru activitatea (ij).

Domeniul de aplicare a relațiilor (3) și (4) este limitat de condițiile:

$$\left.\begin{array}{l}(T_p + 1) - Tij > 0 \\ (T_p + 1) - Tij \leqslant dij\end{array}\right\}\text{pentru relația (3)} \qquad \begin{array}{r}(5)\\(6)\end{array}$$

$$(T_p + 1) - Dij \leqslant dij \text{ pentru relația (4)} \tag{7}$$

În afara acestor domenii, valorile Q_{ij}^{min} și Q_{ij}^{max} vor fi

$$Q_{ij}^{min} = 0 \text{ pentru } (T_p + 1 - Tij) \leqslant 0\,; \tag{8}$$

(activitatea ij poate începe numai după termenul Tp).

$$Q_{ij}^{min} = Q_{ij} \text{ pentru } (Tp + 1 - Tij) > dij\,; \tag{9}$$

(cantitatea minimă corespunde cu cantitatea totală).

$$Q_{ij}^{max} = Q_{ij} \text{ pentru } (Tp + 1 - Dij) > dij\,; \tag{10}$$

(cantitatea maximă corespunde cu cantitatea totală).

Cazul ($Tp + 1 - Dij) \leqslant 0$ contravine condiției (2), deci activitățile respective nu se înscriu în planul operativ.

Cantitățile stabilite prin relațiile (3), (4), (9) și (10) presupun respectarea ritmului de execuție prevăzut în graficul-rețea pentru activitățile care nu au întîrzieri ($Tij \geqslant Dp$), respectiv intensificarea acestui ritm în celelalte cazuri, astfel încît să nu se depășească termenul cel mai tîrziu pentru terminarea activității respective.

pe luna aprilie

.. 30 aprilie = Tp = 203)

(Tp+1)=204

Cantități limită programate cumulat		Cantități executate cumulat în perioada anterioară Q_{ij}^{ex}	Cantități limită programate în perioada		Preț unitar lei/u.m.	Valori limită programate în perioadă		Este condiționat de activitat	Plan operativ al perioadei		Obs.
minim C.7 × C.9	maxim C.8 × C.9		minim C.10 – C.12	maxim C.11 – C.12		minim C.13 × C.15	maxim C.14 × C.15		fizic	valoric (lei)	
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—
3 000	3 000	2 800	200	200	15	3 000	3 000	—	200	3 000	($d' = 2z$)
74	74	—	74	74	140	10 200	10 200	36–37	74	10 200	($d' = 2z$)
326	326	—	326	326	448	146 000	146 000	37–38 29–38	326	146 000	($d' = 10z$)
124	276	—	124	276	490	60 500	136 000	38–58 57–58	276	136 000	($d' = 12z$)
×	260	—	—	260	512	—	134 000	58–59	—	—	—
×	143	—	—	143	512	—	73 500	59–60	—	—	—
120	120	26	94	94	1 540	144 000	144 000	—	94	144 000	—
24	96	—	24	96	3 120	75 000	300 000	82–99 98–99	96	300 000	—
240	240	—	240	240	—	—	—	—	240	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	350	—	250	350	17	4 200	5 900	98–168	350	5 900	—
×	100		—	100	486	—	48 600	168–169	100	48 600	—
12	12	3	9	9	3 180	28 500	28 500	—	9	28 500	—
8	8	—	8	8	3 648	29 400	29 400	276–277	8	29 400	—
648	648	—	648	648	60	38 600	38 600	277–278	648	38 600	—
405	405	—	405	405	96	38 600	38 600	—	405	38 600	—
			TOTAL			578 000	1136 300	—	—	928 800	—

Practic, pentru întocmirea unui plan operativ se procedează astfel :

a) Se identifică pe scara de termene a graficului-reţea, termenele corespunzătoare datelor calendaristice care marchează începutul şi sfîrşitul perioadei pentru care se întocmeşte planul operativ : Dp şi Tp. În partea de sus a tabelei, în dreapta, se înscrie valoarea $(Tp + 1)$.

b) Se înscriu în coloana 1 a tabelei activităţile neterminate care satisfac condiţia (2), comparîndu-se pentru fiecare din ele termenul cel mai devreme (Dij) cu $(Tp + 1)$.

c) Se extrag din graficul-reţea şi se înscriu în coloanele 2 — 6, respectiv în coloana 15, elementele ce caracterizează activităţile din coloana 1 (unitatea de măsură, cantitatea totală, termene de începere, preţ unitar) ; Tij şi Dij se stabilesc cu relaţiile (1 a) şi (1 b).

d) Se înscriu în coloana 12 cantităţile (Q_{ij}) preliminate că se vor executa cumulat pînă la sfîrşitul perioadei precedente.

e) Se calculează sumele algebrice $(Tp + 1 - Tij)$ şi $(Tp + 1 - Dij)$ şi se înscriu în coloana 7, respectiv coloana 8.

f) În coloana 9 se înscriu raporturile între coloana 3 şi coloana 4.

g) Se compară datele înscrise în căsuţele din coloana 7 şi coloana 8 cu datele din coloana 4 şi se încercuiesc cele care sînt egale sau mai mari decît duratele din coloana 4 (în tabela de la pag. 186—187 cifrele respective sînt reprezentate cu aldine).

h) În coloanele 10 şi 11 se barează căsuţele pentru care valorile $(Tp + 1 - Tij)$ din coloana 7 sînt negative ; în căsuţele pentru care valorile din coloanele 7 şi 8 sînt încercuite (egale sau mai mari decît duratele) se înscriu cantităţile din coloana 3.

În celelalte căsuţe din coloanele 10 şi 11 se înscriu produsele între cantităţile din coloana 9 şi cele din coloana 7, respectiv coloana 8.

i) În coloanele 13 şi 14 se înscriu diferenţele între coloana 10, respectiv 11, şi coloana 12, iar în coloanele 16 şi 17, produsele între coloana 15 şi coloana 13, respectiv 14.

j) În coloana 18 se notează simbolurile activităţilor înscrise în planul operativ care condiţionează realizarea activităţii respective.

În acest stadiu, tabelul se predă organului de conducere sau organului tehnic care este în măsură să aprecieze cantităţile, respectiv valorile ce trebuie programate prin planul operativ. Propunerea lor se face în coloanele 19 şi 20, respectîndu-se limitele din coloanele 13 şi 14, respectiv cele din coloanele 16 şi 17 şi condiţiile explicitate în coloana 18 şi căutîndu-se să se asigure — pe bază de calcule sau de apreciere — recuperarea eventualelor întîrzieri, o folosire cît mai raţională a mijloacelor materiale şi băneşti de care dispune şantierul etc.

În tabel se dă şi un exemplu numeric pentru fragmentul de grafic-reţea din figura 1, care permite să se urmărească mai uşor calculul şi modul de stabilire a planului operativ în diferitele situaţii care pot apărea (activităţi întîrziate, activităţi pe drumul critic, de aşteptare etc.).

Transformarea lucrărilor pregătitoare de întocmire a planului operativ într-o activitate relativ mecanică ce are la bază graficul-reţea — şi gîndirea pe care s-a fundamentat acesta — permite întronarea disciplinei de grafic paralel cu asigurarea unei suficiente elasticităţi, strict necesare atunci cînd graficul-reţea nu se optimizează şi deci trebuie să intervină într-o măsură mare ,,aprecierea". Avantajele acestui procedeu constau însă şi în aceea că domeniul ,,aprecierii" este limitat de condiţiile din graficul-reţea — care îşi păstrează rolul diriguitor — şi că ,,aprecierea" este făcută de organe competente pentru aceasta. Timpul acestor organe este consumat numai pentru a ,,decide", munca pregătitoare fiind făcută relativ mecanic de personalul auxiliar.

Noi modalităţi pentru folosirea indicilor tehnico-economici pe obiecte de construcţii în vederea perfecţionării proiectării şi planificării în construcţii

Ing. **Avram Marcu**

INCERC

În orice ramură de producţie, indicii tehnico-economici stabiliţi precizează reperele admisibile ale consumurilor de resurse necesare (efortul economic) în vederea obţinerii unor anumite rezultate (efectul util), iar indicii realizaţi exprimă sintetic calitatea activităţii, scoţînd în evidenţă nivelul atins de diferite organizaţii în comparaţie cu planul, cu perioada precedentă sau cu alte organizaţii cu profil similar.

Necesitatea precizării reperelor de analiză a activităţii sub forma indicilor tehnico-economici, ca principal mijloc pentru stimularea progresului în orice ramură de producţie, reclamă o preocupare continuă pentru perfecţionarea elaborării şi aplicării acestor indici.

În construcţii, produsul finit, cu valoare distinctă de întrebuinţare, fiind obiectul de construcţii, şi indicii tehnico-economici trebuie stabiliţi pentru fiecare obiect în parte. Această necesitate rezultă şi din faptul că înseşi listele de titluri ale investiţiilor se întocmesc pe obiecte de construcţii, iar proiectarea, contractarea şi finanţarea se fac de asemenea pe obiecte de construcţii.

În condiţiile creşterii rapide a volumului de construcţii-montaj — cînd proiectarea obiectelor de construcţii are loc în numeroase institute de proiectare centrale şi regionale — stabilirea indicilor tehnico-economici, care exprimă concentrat nivelul consumurilor necesare pentru realizarea lucrărilor complexe prevăzute în zeci de articole de deviz ale obiectului respectiv, devine obiectiv necesară. Fără un asemenea instrument sintetic nu se poate concepe desfăşurarea activităţii de conducere şi control sau de planificare în lipsa documentaţiei tehnice. Indicii tehnico-economici sînt destinaţi să contribuie la îmbunătăţirea proiectării, înlesnind compararea proiectelor. Ei pot reduce considerabil volumul de muncă la evaluări, avizări, proiecte de organizare etc.

Pornind de la necesitatea evidentă a stabilirii indicilor tehnico-economici pe obiecte de construcţii şi de la funcţiile multiple pe care le au aceşti indici, în cadrul reglementării acestei activităţi în perioada 1958—1960 s-a iniţiat stabilirea unor indici cu caracter directiv, indicii plafon, concomitent cu întocmirea unor fişe de indici tehnico-economici pentru fiecare obiect proiectat.

Deşi indicii plafon îndeplinesc în mare măsură obiectivele prevăzute, constituind un îndreptar pentru proiectarea raţională a preţului de deviz şi a consumurilor de materiale principale, pe parcursul aplicării acestor indici au fost evidenţiate unele limite în extinderea domeniului lor de aplicare. În prezent, gradul relativ redus de acoperire cu indici plafon pe categorii de obiecte se datoreşte faptului că aplicarea în bune condiţii a acestor indici este posibilă numai la obiecte cu caracter repetitiv şi avînd caracteristici constructive şi spaţiale asemănătoare. Totodată, la unele obiecte de construcţii pentru care s-au stabilit indici plafon s-au semnalat dispersii mari între indicii obţinuţi în diferite proiecte. Cele arătate pun problema găsirii unor noi modalităţi pentru cuprinderea în sfera de acţiune a indicilor plafon şi a numeroaselor obiecte cu caracter de unicat sau cu frecvenţă redusă. De asemenea, este necesară precizarea funcţiei şi conţinutului noţiunii de obiect de construcţii şi a îmbunătăţirilor care trebuie aduse actualului nomenclator de obiecte de construcţii în vederea stabilirii unor indici comparabili şi aplicabili la majoritatea obiectelor de construcţii.

Posibilităţile pe care le oferă mijloacele moderne de calcul şi extinderea rapidă a aplicării metodelor matematice reclamă, de asemenea, elaborarea unei ample reţele de indici tehnico-economici stabiliţi în mai multe variante, care să fie utilizaţi pentru fundamentarea ştiinţifică a deciziilor economice şi pentru optimizarea proiectării şi execuţiei construcţiilor.

Deoarece perfecţionarea activităţii de elaborare şi utilizare a indicilor tehnico-economici pe obiecte de construcţii este condiţionată de o mai bună clarificare a noţiunii şi a caracteristicilor obiectului de construcţii şi de îmbunătăţirea grupării obiectelor de construcţii, în cele ce urmează vom prezenta mai întîi unele consideraţii asupra obiectului de construcţii, în al doilea rînd direcţii privind îmbunătăţirea clasificării obiectelor de construcţii şi în final unele metode de utilizare a indicilor tehnico-economici pentru perfecţionarea activităţii în proiectare, planificare şi organizarea ştiinţifică a producţiei.

OBIECTUL DE CONSTRUCŢII

Complexitatea şi diversitatea obiectelor de construcţii, în special a clădirilor, rezidă în destinaţia producţiei de construcţii, care trebuie să creeze condiţii pentru desfăşurarea unor procese tehnologice variate, în continuă schimbare, pe măsura introducerii procesului tehnic sau pentru efectuarea unor activităţi social-culturale în diferite condiţii de mediu. La realizarea construcţiilor participă numeroase materiale şi soluţii constructive, care intervin în proporţii variabile, ceea ce imprimă majorităţii obiectelor de construcţii un caracter de unicat.

Particularităţile ramurii construcţiilor delimitează categoric acest gen de producţie materială de producţia industrială de serie. Dacă în construcţii se poate vorbi de creşterea gradului de industrializare prin mărirea proporţiei de utilizare a mecanizării, prin extinderea folosirii prefabricatelor şi transformarea şantierelor în incinte de montaj, caracterul industrializării rămîne evident limitat. Construcţiile rămîn tributare unor factori specifici, ca necesitatea mutării forţelor şi mijloacelor de producţie la fiecare nouă lucrare, dependenţa de starea timpului şi de condiţiile de amplasare, complexitatea procedeelor folosite etc., care exclud în majoritatea cazurilor posibilitatea comparabilităţii chiar între obiectele de construcţii similare.

Deoarece stabilirea indicilor tehnico-economici prezintă interes numai în cazul aplicării lor cu un grad suficient de repetare şi cu aproximaţii în limite acceptabile, indicii tehnico-economici stabiliţi pe obiectul întreg sînt utili numai în cazul obiectelor repetitive, avînd aceleaşi caracteristici constructive şi spaţiale. Chiar la aceste obiecte, la analizarea indicilor realizaţi trebuie să se ţină seamă de condiţiile locale de execuţie în timp şi spaţiu.

Aplicarea indicilor tehnico-economici la majoritatea obiectelor de construcţii cu caracter de unicat sau cu frecvenţă redusă este legată de un nou mod de a concepe obiectul de construcţii ca o reuniune de părţi de obiect.

Funcţionalitatea obiectului de construcţii constă în crearea condiţiilor de mediu necesare pentru desfăşurarea proceselor productive sau social-culturale, avînd obiective proprii specifice, delimitate faţă de obiectivul întregii investiţii, deşi subordonate acestuia. Astfel, în cazul unei clădiri industriale, scopul investiţiei se realizează în primul rînd cu ajutorul utilajelor şi instalaţiilor tehnologice, clădirea creînd doar cadrul necesar pentru adăpostirea, instalarea şi funcţionarea acestora şi pentru asigurarea condiţiilor necesare lucrătorilor care acţionează sau supraveghează utilajele şi instalaţiile (suprafeţe, volume, încălzire, iluminat, termohidroizolaţii etc.).

Obiectul de construcţii distinct, delimitat spaţial şi funcţional, este o reuniune de subansambluri constructive (pereţi, acoperiş, planşee, fundaţii, termohidroizolaţii, instalaţii de încălzire etc.), fiecare subansamblu fiind delimitat spaţial, măsurabil şi avînd o funcţionalitate bine precizată. Funcţionalitatea unei clădiri este realizată cu ajutorul funcţionalităţii subansamblurilor componente, fiind o consecinţă directă a ansamblului de soluţii constructive şi spaţiale folosite.

Dacă obiectul de construcţii este rareori comparabil datorită complexităţii sale, în schimb subansamblurile, în aceleaş soluţii constructive, se repetă la diferite obiecte de construcţii, aşa încît indicii tehnico-economici stabiliţi pentru aceleaşi subansambluri (pereţi, pardoseli, acoperiş etc.) pot fi uilizaţi pentru numeroase obiecte de construcţii cu funcţionalităţi diferite, ca, de exemplu, locuinţe individuale, cămine, cantoane de C. F. sau drumuri, cabine-poartă, cabine acari, oficii, sedii de întreprinderi etc.

Obiectul de construcţii devine o noţiune mai elastică şi mai mobilă, deoarece, prin combinarea subansamblurilor în variante corespunzătoare principalelor soluţii constructive, rezultă posibilităţi mai numeroase pentru realizarea obiectelor complexe, potrivit situaţiilor obiective din proiectare.

Prin analogie cu industria construcţiilor de maşini, clădirea poate fi comparată cu un mecanism complex în care piesele componente sau subansamblurile mecanismului corespund cu subansamblurile clădirii. Deoarece subansamblurile clădirii pot fi realizate în mai multe variante este necesară precizarea schematică a condiţiilor de compatibilitate la asamblarea subansamblurilor în cadrul obiectului întreg.

Considerarea subansamblurilor dă posibilitatea stabilirii unor indici comparabili, ceea ce permite o mai bună urmărire a economicităţii soluţiilor. Analiza economică nu se opreşte însă la nivelul subansamblurilor, ci se face şi pe obiectul întreg, care are valoare de întrebuinţare distinctă.

În această accepţiune a obiectului de construcţii ca o reuniune de subansambluri, indicii tehnico-economici stabiliţi pe subansambluri satisfac condiţiile privind gradul lor de repeare şi de asigurare a comparabilităţii. Prin agregarea indicilor pe subansambluri se obţin indicii obiectelor întregi.

Cu privire la îmbunătăţirea clasificării obiectelor de construcţii

O primă caracteristică a clasificărilor în vigoare ale obiectelor de construcţii o constituie numărul mare de grupări

Deşi numărul grupelor stabilite după criterii funcţionale constructive sau spaţiale este foarte mare, dacă se analizează indicii obiectelor din aceeaşi grupă se constată dispersii mari. De aici rezultă că numărul de parametri de variaţie de care s-a ţinut seamă la efectuarea grupărilor este insuficent şi că mai există şi alţi parametri care trebuie consideraţi. De fapt, oricît de mare ar fi detalierea grupelor de obiecte, analiza pune în evidenţă lipsa de omogenitate a grupelor, ceea ce demonstrează tocmai caracterul de unicat al obiectelor de construcţii, imprimat de parametrii numeroşi care influenţează indicii tehnico-economici.

De altfel, o grupare a obiectelor de construcţii care să ţină seamă de majoritatea caracteristicilor funcţionale, constructive sau spaţiale ar fi inoperantă, iar gradul de repetare a obiectelor în fiecare grupă ar fi atît de redus, încît stabilirea indicilor tehnico-economici nu ar prezenta interes.

Avînd în vedere necesitatea elaborării unor indici tehnico-economici comparabili cu un grad de repetare ridicat, rezultă că este indicat ca actuala clasificare detaliată a obiectelor de construcţii să fie înlocuită cu o grupare redusă a obiectelor, completată însă cu o clasificare a subansamblurilor obiectelor de construcţii (în cazul clădirilor, pereţi, pardoseli, stîlpi etc.) care constituie elemente comparabile ale obiectelor de construcţii.

Deoarece funcţionalitatea clădirilor constă în capacitatea lor de a adăposti şi de a crea cadrul pentru desfăşurarea proceselor productive şi neproductive, iar acest cadru poate fi acelaşi pentru tehnologii şi instalaţii diferite (de exemplu, în cazul halelor universale), în clasificarea funcţională a construcţiilor trebuie să se cuprindă un număr limitat de grupe funcţionale care au totodată structuri constructive şi soluţii spaţiale specifice. De exemplu, nu rezultă că ar fi oportună gruparea funcţională a clădirilor industriale în hale, ateliere, magazii etc., care, în general, nu sînt diferenţiate după alcătuirea lor, dar în schimb apare indicată evidenţierea în cadrul clădirilor industriale a unor tipuri funcţionale distincte, ca: hidrocentrale, centrale termice, depozite frigorifice etc. pentru care se pot stabili indici tehnico-economici separaţi.

Clasificarea obiectelor de construcţii după caracteristicile specifice (constructive şi spaţiale) trebuie să cuprindă o defalcare a grupelor funcţionale pe un număr redus de grupe principale. O clasificare mai amplă a obiectelor după acest criteriu nu este justificată nici teoretic, nici practic, deoarece nu se poate ține seamă simultan de majoritatea caracteristicilor constructive și spațiale și totodată de ponderile cu care acestea intervin.

În completarea clasificării obiectelor de construcții trebuie să se prezinte clasificarea detaliată, după caracteristicile constructive și spațiale, a subansamblurilor care compun obiectele de construcții.

În cadrul fiecărei grupe de obiecte pot exista obiecte repetitive, avînd caracteristici constructive și spațiale asemănătoare, pentru care se vor stabili indici pe obiectul întreg, iar pentru numeroase alte obiecte cu caracter de unicat sau cu frecvență redusă, indicii obiectului vor rezulta prin combinarea (în condiții de compatibilitate) a indicilor subansamblurilor, în condiții de proiectare variate.

O clasificare — după principiile enunțate mai sus — ar îmbina necesitatea stabilirii la fiecare categorie de obiecte a unor indici pe obiectul întreg (în cazul obiectelor repetitive), cu necesitatea stabilirii unor indici diferențiați pentru numeroase obiecte de construcții care, deși nu sînt comparabile direct, au însă subansambluri comparabile.

METODE DE UTILIZARE A INDICILOR TEHNICO-ECONOMICI LA OPTIMIZAREA PROIECTĂRII ȘI PLANIFICĂRII

În continuare, prezentăm — sub forma unor exemple, pe baza procedeelor cunoscute în literatura de specialitate — unele metode de optimizare a alegerii soluțiilor constructive în proiectare sau planificare, folosind în acest scop indicii tehnico-economici. Vom trata separat cazul obiectelor repetitive pentru care sînt stabiliți indici pe obiectul întreg și separat cazul obiectelor nerepetitive la care se utilizează indici stabiliți pe subansambluri.

A. **Optimizarea alegerii soluțiilor în cazul obiectelor de construcții repetitive** (clădiri de locuit, școli, magazii de cereale, drumuri etc.)

Se pune problema alegerii soluției optime după un criteriu precizat, avîndu-se în vedere o serie de restricții rezultate din condițiile de limitare a consumurilor de resurse stabilite prin dispozițiile în vigoare, din condițiile locale impuse de considerente de sistematizare, din posibilitățile limitate de procurare a mîinii de lucru, prefabricatelor etc.

Pentru exemplificare, tratăm alegerea soluțiilor optime pentru realizarea unui complex de clădiri de locuit format din 4 000 de apartamente și ne propunem drept criteriu de optimizare minimizarea consumului de oțel-beton.

Condițiile restrictive sînt :

a) încadrarea în normele de consum de material lemnos (lemn ecarisat + lemn rotund) prevăzute în planul de stat: 15 m^3/ 1 000 m^2 A loc (arie locuibilă) ;

b) asigurarea unui nivel de productivitate a muncii corespunzător consumului de 27 de ore manoperă directă/m^2 Ad ;

c) respectarea avizului sistematizării, care prevede ca cel puțin 1000 de apartamente să fie realizate în blocuri de locuit cu multe niveluri.

Prezentăm rezolvarea cu ajutorul programării liniare, folosind algoritmul simplex și luînd ca date de bază indicii plafon aprobați de C. S. C.A. S. cu ordinul nr. 572/1964 pentru clădiri de locuit, precum și catalogul de indici INCERC 1964 pentru clădiri de locuit.

Au fost selecționate cinci structuri constructive, avînd indicii tehnico-economici din tabela 1.

Modelarea problemei

Se notează cu x_1; x_2; x_3; x_4; x_5 numărul de apartamente ce se realizează în fiecare structură constructivă.

Sistemul de relații care exprimă condițiile problemei este :

$$64\times 0{,}010x_1 + 64\times 0{,}014x_2 + 63\times 0{,}006x_3 + 67\times 0{,}016x_4 + \\ + 67\times 0{,}0084x_5 < 0{,}015\times 120\ 000$$

$$64\times 29\ x_1 + 64\times 30\ x_2 + 63\times 23\ x_3 + 67\times 35\ x_4 + \\ + 67\times 34\ x_5 < 65\times 27\times 4000$$

$$x_1 + x_2 + x_3 < 3000$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 4000$$

Tabela 1

Date inițiale

Structura constructivă	Ordin C.S.C.A.S. 572/1964				Catalog ITE—INCERC 1964	
	Oțel-beton echiv. OL 38 kg/m^{2}Ad	Lemn kg/m.^{2} Ad		Manop. ore/m^2 Ad	A loc/ Ad	m^2 Ad/ apart. convențional
		ecarisat	rotund			
Zidărie portantă p + 4, planșee prefabricate	12,5	0,009	0,001	29	0,47	64
Idem, planșee monolit	13,5	0,012	0,002	30	0,47	64
Panouri prefabricate p + 4	20	0,004	0,002	23	0,49	63
Structură celulară p + 8	20,5	0,014	0,002	35	0,44	67
Cofraje glisante p + 9	25	0,007	0,0014	34	0,44	67

Pentru simplificare, în inegalitățile de mai sus, consumul de lemn ecarisat și rotund a fost dat împreună, iar apartamentul mediu convențional a fost luat de 30 m^2 A loc.

Funcția obiectiv (de eficiență) este :

$$f = 64\times 12{,}5x_1 + 64\times 13{,}5x_2 + 63\times 20{,}5x_3 + 67\times 20{,}5x_4 + \\ + 67\times 25{,}0x_5 = \text{minim}$$

Se introduc necunoscutele auxiliare x_6; x_7 și x_8 pentru transformarea celor trei inegalități în ecuații. De asemenea, se introduce necunoscuta fictivă x_9 pentru determinarea soluției de bază inițială.

Se obține sistemul de ecuații:

$$\begin{array}{l} 0{,}64x_1 + 0{,}90x_2 + 0{,}38x_3 + 1{,}07x_4 + 0{,}56x_5 + x_6 = 1\,800 \\ 1{,}86x_1 + 1{,}92x_2 + 1{,}45x_3 + 2{,}34\ x_4 + 2{,}28x_5 + x_7 = 7\,000 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_8 = 3\,000 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_9 = 4\,000 \end{array}$$

Funcția de eficiență devine :

$$f = 800x_1 + 864x_2 + 1\ 260x_3 + 1\ 374x_4 + 1\ 675x_5 + \\ + Mx_9 = \text{minim.}$$

Rezolvarea problemei este prezentată sub forma tabelei simplex inițiale (tabela 2) și a tabelei finale obținute după trei iterații.

Soluția optimă se obține pentru : structura zidărie portantă p + 4 planșee prefabricate la 370 de apartamente ; structura panouri prefabricate p + 4 la 2 630 de apartamente ; structura cofraje glisante (multe niveluri) la 1 000 de apartamente.

Se observă că necunoscuta auxiliară $x_7 = 206$, ceea ce înseamnă că nu a fost utilizat întreg volumul de manoperă directă, iar disponibilul de 206 000 ore poate fi utilizat la alte lucrări.

Este evident că pe baza datelor inițiale din problema de mai sus se pot formula ca obiective de optimizare minimizarea consumului de material lemnos sau de manoperă directă, iar reducerea consumului de oțel poate fi exprimată sub forma unei restricții.

B. **Optimizarea alegerii soluțiilor în cazul obiectelor de construcții cu caracter de unicat sau cu frecvență redusă**

Spre deosebire de situația obiectelor repetitive, la care indicii tehnico-economici sînt stabiliți pe obiectul întreg, iar optimizarea constă într-un proces de decizie relativ simplu de alegere a soluțiilor obiectelor întregi în condiții restrictive date, în cazul obiectelor nerepetitive, la care indicii sînt stabiliți pe subansambluri, procesul de decizie e mai complex, fiind necesară adoptarea unui șir de decizii pentru soluția

Tabela 2

Tabelă simplex

Baza	C	P_0	800	864	1260	1374	1675	0	0	0	M
			P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9
P_6	0	1800	0,64	0,90	0,38	1,07	0,56	1	0	0	0
P_7	0	7000	1,86	1,92	1,45	2,34	2,28	0	1	0	0
P_8	0	3000	1	1	1	0	0	0	0	1	0
P_9	M	4000	1	1	1	1	1	0	0	0	1
P_1	800	370	1	2	0	1,97	0	3,85	0	0,69	0
P_7	0	206	0	−0,34	0	−0,73	0	−1,55	1	0,54	−1,41
P_3	1260	2630	0	−1	1	−1,97	0	−3,85	0	0,31	2,16
P_5	1675	1000	0	0	0	1	1	0	0	−1	1

NOTĂ : Unele aproximaţii se datoresc efectuării calculului cu rigla.

fiecărui subansamblu component, urmărindu-se însă, în final, optimizarea la nivelul întregului obiect de construcţii.

Optimizarea la obiectele de construcţii nerepetitive poate fi abordată cu ajutorul programării dinamice, asimilîndu-se subansamblurile obiectului de construcţii cu un proces secvenţial.

Problemele de decizie secvenţiale se caracterizează prin faptul că o decizie care se ia într-o etapă are, atît un efect economic imediat, cît şi unul de lungă durată, care influenţează şi asupra celorlalte etape, aşa încît decizia se ia astfel ca în final să se obţină o eficienţă economică maximă.

În proiectarea unei clădiri, fiecare subansamblu — care se consideră o etapă distinctă — poate fi realizat în mai multe variante de soluţii constructive, cerîndu-se adoptarea deciziilor care optimizează întregul proiect. O succesiune oarecare de decizii constituie o politică şi cea care ne interesează este politica optimă, după un criteriu precizat (cost minim, durată minimă etc.)

Modelul matematic folosit are la bază un graf în care se reprezintă succesiunea etapelor (subansamblurilor). Politica optimă este dată de drumul cel mai scurt din graf (în probleme de minimizare) şi se determină conform principiului optimalităţii, enunţat pe scurt astfel: „O politică optimă nu poate fi alcătuită decît din subpolitici optime”.

Calculul se face asociind fiecărui nod de graf un indice

$$\lambda j = \min_{(i,j) \in Uj} [\lambda\, i + l\,(i, j)]$$

în care

λj este valoarea drumului cel mai scurt pînă la nodul j ;
$l\,(i, j)$ — valoarea asociată arcului i, j ;
Uj — mulţimea arcelor incidente interior cu j.

Ca exemplu se tratează optimizarea soluţiilor de proiectare a suprastructurii unei clădiri industriale parter (exclusiv pereţii) după criteriile preţ minim, consum minim de oţel-beton, lemn şi manoperă directă de deviz. Au fost luate în considerare următoarele subansambluri : stîlpii, structura de rezistenţă a acoperişului, suportul învelitorii, izolaţia termică şi izolaţia hidrofugă

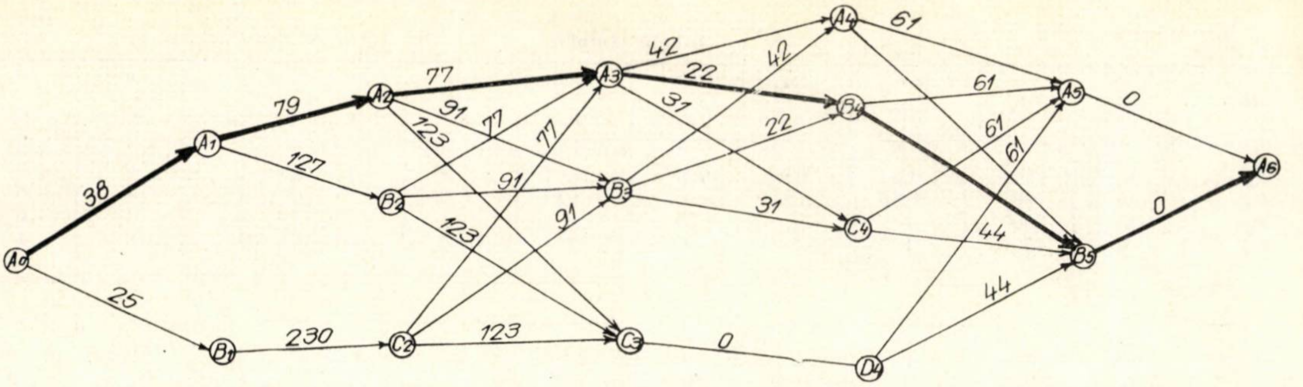
Deoarece ne-am propus patru criterii de optimizare, în final vom obţine politici optime corespunzătoare fiecărui criteriu adoptat, astfel încît în locul unei singure politici optime rezultă mai multe politici care constituie cîmpul decizional ce va sta la baza deciziei finale.

În tabela 3 prezentăm variantele de subansambluri luate în considerare, precum şi indicii de preţ şi manoperă deviz şi de consum oţel şi lemn răşinoase.

Tabela 3

Subansamblul	Variante	U.R.	Indici pe m² Ac			
			le	oţel	lemn răşinoase	manoperă
Stîlpi	Din beton armat pentru şarpantă beton armat	m² Ac	38	3,8	0,00003	0,19
	Idem, pentru şarpantă metalică	,,	25	3	0,00003	0,18
Structura de rezistenţă a acoperişului	Grinzi beton armat	,,	79	10,6	0,00012	0,37
	Ferme beton armat	,,	127	15,5	0,00038	1,72
	Ferme metalice	,,	230	35	—	1,60
Susţinerea învelitorii	Chesoane C 2	,,	77	8,1	0,0003	1,56
	Chesoane C 6	,,	91	9,1	0,0003	1,58
	Plăci b. c. a.	,,	123	9,2	0,00052	1,81
Izolaţie termică	Polistiren 3,6 cm	,,	42	—	—	1,04
	Rumbeton	,,	22	—	—	1,15
	Vată minerală 5 cm	,,	31	—	—	0,90
Izolaţie hidrofugă	2P + 1C + 4B	,,	61	0,2	0,00002	2,13
	1P + 1C + 3B	,,	44	0,2	0,00002	1,92

NOTĂ : Indicii sînt orientativi, fiind utilizaţi cu caracter exemplificativ.



Subansamblul 1
Stîlpi

- Din baton armat pentru şarpantă b. a.
  $A_0 - A_1$
- Din b. a. pentru şarpantă metal
  $A_0 - B_1$

Subansamblul 2
Structura de rezistenţă a acoperişului

- Grinzi de b. a. $A_1 - A_2$
- Ferme b. a. $A_1 - B_2$
- Ferme metalice $B_1 - C_2$

Subansamblul 3
Suportul învelitorii

- Chesoane C 2
  A 2 – A 3
  B 2 – A 3
  C 2 – A 3
- Chesoane C 6
  A 2 – B 3
  B 2 – B 3
  C 2 – B 3
- Plăci b. c. a.
  A 2 – C 3
  B 2 – C 3
  C 2 – C 3

Subansamblul 4
Izolaţia termică a acoperişului

- Polistiren 3,6 cm
  A 3 – A 4
  B 3 – A 4
- Rumbeton
  A 3 – B 4
  B 3 – B 4
- Vată minerală
  A 3 – C 4
  B 3 – C 4

Subansamblul 5
Izolaţia hidrofugă a acoperişului

- 2 pînză 1 cart. 4 bitum
  A 4 – A 5
  B 4 – A 5
  C 4 – A 5
  D 4 – A 5
- 1 pînză 1 cart. 3 bitum
  A 4 – B 5
  B 4 – B 5
  C 4 – B 5
  D 4 – B 5

Subansamblul 6
Fictiv

NOTĂ: Această schemă este exemplificativă, urmînd a fi actualizată şi detaliată în funcţie de condiţiile de proiectare şi gradul de precizie dorit.

Pentru fiecare criteriu de optimizare ales, folosind datele din tabela de indici şi ţinînd seamă de înlănţuirea logică şi tehnologică a soluţiilor (de compatibilitatea lor), s-a întocmit cîte un graf secvenţial cu ajutorul căruia s-a determinat consumul optim respectiv.

Ne limităm în cadrul acestui exemplu la prezentarea graficului pentru minimizarea preţului de deviz (fig. 1) pe care s-au trasat cu linii îngroşate soluţiile optime.

Aplicînd consecutiv la cele şase etape (subansambluri) formula de calcul indicată mai sus, pe baza principiului optimalităţii, se obţin valorile λi de mai jos. Succesiunea soluţiilor optime se află pornind de la ultimul nod.

$$\lambda o = 0$$
$$\lambda A_1 = \min (0 + 38) = 38$$
$$\lambda B_1 = \min (0 + 25) = 25$$
$$\lambda A_2 = \min (38 + 79) = 117$$
$$\lambda B_2 = \min (38 + 127) = 165$$
$$\lambda C_2 = \min (25 + 230) = 255$$
$$\lambda A_3 = \min (117 + 77, 165 + 77, 255 + 77) = 194$$
$$\lambda B_3 = \min (117 + 91, 165 + 91, 255 + 91) = 208$$
$$\lambda C_3 = \min (117 + 123, 165 + 123, 255 + 123) = 240$$
$$\lambda A_4 = \min (194 + 42, 208 + 42) = 230$$
$$\lambda B_4 = \min (194 + 22, 208 + 22) = 216$$
$$\lambda C_4 = \min (194 + 31, 208 + 31) = 225$$
$$\lambda D_4 = \min (240 + 0) = 240$$
$$\lambda A_5 = \min (230 + 61, 216 + 61, 225 + 61, 240 + 61) = 277$$
$$\lambda B_5 = \min (230 + 44, 216 + 44, 225 + 44, 240 + 44) = 260$$
$$\lambda A_6 = \min (277 + 0, 260 + 0) = 260$$

Rezolvarea problemei se poate face prin procedeul de calcul cu ajutorul tabelelor utilizate în programarea dinamică. Şi această metodă — a cărei aplicare o prezentăm de asemenea în tabela 4 numai pentru minimizarea preţului de deviz — pune în evidenţă soluţiile optime ale variantelor subansamblurilor şi ale întregii suprastructuri.

Aceleaşi procedee au fost utilizate pentru stabilirea soluţiilor optime, luînd drept criteriu minimizarea consumurilor de oţel-beton, lemn şi manoperă directă deviz.

Se menţionează că după criteriul consum minim de oţel-beton au rezultat şase succesiuni (politici) optime, iar după

Tabela 4

Subansamblul	Nodul de început al subansamblului	Nodul de sfîrşit al subansamblului	Valoarea indicilor	Valoarea subpoliticii minime precedente	(3 + 4)
0	1	2	3	4	5
VI	*A* 5	*A* 6	0	0	0
	B 5	**A 6**	0	0←	0
	A 4	*A* 5	61	0	61
	A 4	*B* 5	44	0	44
	B 4	*A* 5	61	0	61
	B 4	**B 5**	**44**	0←	→44
V	*C* 4	*A* 5	61	0	61
	C 4	*B* 5	44	0	44
	D 4	*A* 5	61	0	61
	D 4	*B* 5	44	0	44
IV	*A* 3	*A* 4	42	44	86
	A 3	**B 4**	**24**	44←	66
	A 3	*C* 4	31	44	→75
	B 3	*A* **4**	42	44	86
	B 3	*B* 4	22	44	66
	B 3	*C* 4	31	44	75
	C 3	*D* 4	0	44	44
III	**A 2**	**A 3**	**77**	66←	143
	A 2	*B* 3	91	66	→157
	A 2	*C* 3	123	44	167
	B 2	*A* 3	77	66	143
	B 2	*B* 3	91	66	157
	B 2	*C* 3	123	44	167
	C 2	*A* 3	77	66	143
	C 2	*B* 3	91	66	157
	C 2	*C* 3	123	44	167
II	**A 1**	**A 2**	**79**	143←	222
	A 1	*B* 2	127	143	→270
	B 1	*C* 2	230	143	373
I	**A 0**	**A 1**	**38**	222←	260
	A 0	*B* 1	25	373	398

Tabela 5

Succesiunea de variante alese	Criteriul de optimizare			
	Preţ	Oţel	Lemn	Manoperă directă de deviz
$A_0A_1A_2A_3B_4B_5A_6$	$\boxed{260}$	22,7	0,0005	5,0
$A_0A_1A_2A_3B_4B_5A_6$	260	$\boxed{22{,}7}$	0,0005	5,0
$A_0B_1C_2A_3A_4B_5A_6$	400	46,3	$\boxed{0{,}0003}$	6,5
$A_0B_1C_2A_3C_4B_5A_6$	405	46,3	$\boxed{0{,}0003}$	6,0
$A_0A_1A_2C_3D_4B_5A_6$	285	23,8	0,0007	$\boxed{4{,}5}$

criteriul consum minim de lemn 12 succesiuni, în timp ce pentru preţ şi manoperă directă deviz a rezultat cîte o singură succesiune (politică). Din grupa celor şase politici care duc la consumul minim de oţel s-a ales cea care, din analiză, a rezultat avantajoasă şi pentru celelalte criterii, iar în cazul criteriului privind consumul de lemn s-au ales două drumuri, întrucît valorile rezultate pentru celelalte consumuri de resurse sînt foarte apropiate.

Au rezultat în final trei politici optime, respectiv cîte una după criteriile preţ, consum de oţel şi de manoperă, şi două politici optime pentru criteriul lemn. Aceste politici constituie cîmpul decizional prezentat în tabela 5, care cuprinde indicii consumurilor de resurse rezultaţi pentru politicile optime după fiecare criteriu. Adoptarea deciziei finale se face în funcţie de politica economică din perioada respectivă sau, în lipsa unor acte normative care ierarhizează criteriile de optimizare, în funcţie de conjunctura economică.

În exemplul prezentat, succesiunea de variante de soluţii constructive cea mai avantajoasă este A_0 A_1 A_2 A_3 B_4 B_5 A_6, care este în acelaşi timp soluţia optimă după criteriile preţ şi consum minim de oţel-beton şi este favorabilă din punctul de vedere al consumului de manoperă de deviz, avînd însă un consum mai ridicat de lemn.

Cîmpul decizional poate fi prezentat şi sub forma unor valori absolute pentru a pune în evidenţă consumurile totale de resurse aferente deciziei ce urmează a fi luată.

Metodele prezentate, atît în paragraful A privind optimizarea alegerii soluţiilor în cazul obiectelor repetitive, cît şi în paragraful B privind optimizarea alegerii soluţiilor în cazul obiectelor cu caracter de unicat sau cu frecvenţă redusă pot fi utilizate de organizaţiile de proiectare, organele de avizare şi de cele de planificare.

În încheiere, se subliniază necesitatea intensificării activităţii de elaborare a indicilor tehnico-economici pe obiecte de construcţii întregi şi pe subansambluri sub formă de cataloage, broşuri, fişe etc. Fără o amplă reţea de indici tehnico-economici nu se poate trece la aplicarea pe scară largă a mijloacelor moderne de calcul şi a metodelor matematice în scopul fundamentării ştiinţifice a deciziilor economice şi pentru optimizarea proiectării şi execuţiei construcţiilor.

Mese vibrante cu amortizor (PG 1)

Ing. Gh. Pană

Institutul de construcţii Bucureşti

Se ştie că *una dintre problemele de bază în exploatarea meselor vibrante este uniformizarea intensităţii amplitudinii pe toată lungimea organului purtător.*

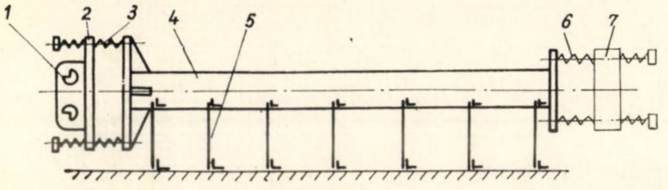
Pornind de la satisfacerea acestei necesităţi reclamate în mod expres de producţie, în cele ce urmează se vor face unele consideraţii de ordin teoretic care să servească activităţii de cercetare şi proiectare în acest domeniu.

Pentru studiul teoretic se adoptă schema constructivă din figura 1, care va fi analizată în două cazuri:

a) fără reperele 6 şi 7;

b) cu reperele 6 şi 7.

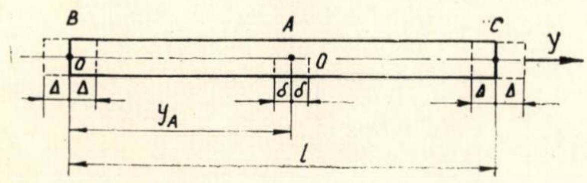
Studiind schema constructivă în cazul *a*, se porneşte de obicei de la ipoteza masei discrete a sistemului, neglijîndu-se oscilaţiile elastice longitudinale, adică se consideră că punctul *A* (fig. 2), ca punct al organului de susţinere a greutăţii maşinii, participă numai la una din mişcările vibratorii.



1- vibra[illegible]; 2- placă [illegible]ică; 3 şi 6- arcuri elicoidale de legătură; 4- masa vibrantă propriuzisă; 5- sistemul de sprijinire a mesei; 7- masa suplimentară.

Fig. 1

Fig. 2



La luarea în consideraţie a oscilaţiilor elastice longitudinale, punctul *A* va participa la două mişcări vibratorii diferite, executînd o oscilaţie armonică faţă de poziţia de echilibru 0 cu aplitudinea δ, ca urmare a oscilaţiilor longitudinale împreună cu organul *BC* care execută o oscilaţie armonică întocmai ca un corp perfect rigid.

La oscilaţiile forţate, frecvenţa lor coincide, dar diferenţa de fază este egală cu zero ; adică vibraţiile sînt în concordanţă de fază [1].

Dacă se notează cu Y_1 mişcarea de deplasare a punctului *A*, iar cu φ (Y_0) mişcarea relativă, atunci rezultantele grafice ale compunerii mişcărilor pot fi reprezentate cu ajutorul figurii 3.

Ţinînd seamă de cele de mai sus, rezultă că deplasarea reală a punctelor *B* şi *C* (adică cu luarea în considerare a oscilaţiilor elastice longitudinale) se deosebeşte de cele calculate după metoda masei discrete cu mărimea φ (Y_0).

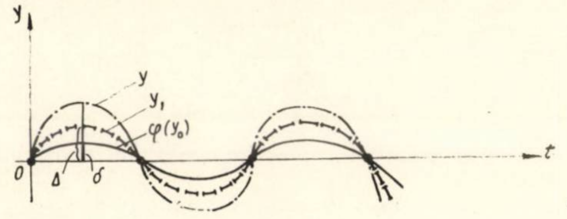
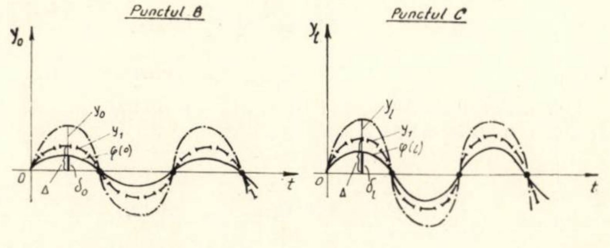


Fig. 3

Fig. 4



Din teoria oscilațiilor elastice longitudinale [2] *se știe că amplitudinile oscilațiilor diferitelor puncte ale corpului elastic se deosebesc substanțial una de alta.* Această situație constituie cauza diferitelor amplitudini după compunerea mișcărilor (fig. 4). Astfel, în figura 4 este dat graficul compunerii mișcărilor punctelor extreme B și C ale barei rigide.

Pentru punctul B, amplitudinea totală este:

$$Y_0 = \Delta + \delta_0$$

iar pentru punctul C,

$$Y_l = \Delta + \delta_l$$

Din diferența amplitudinilor punctelor B și C (începutul și sfîrșitul barei considerate) rezultă mărimea:

$$Y_l - Y_0 = \delta_l - \delta_0 \qquad (1)$$

Schema de calcul a mesei vibrante propuse pentru studiu este reprezentată în figura 5.

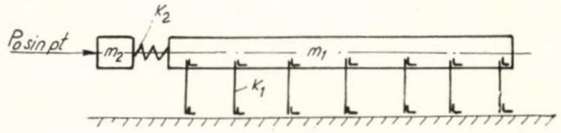


Fig. 5

Folosind metoda larg utilizată în tehnică a legăturilor elastice discrete, se obține o bară elastică într-un mediu elastic cu un coeficient de rigiditate

$$k = \frac{k_1}{l}$$

unde:

$k_1$este rigiditatea totală a reazemelor barei considerate (mesei vibrante propriu-zise);

l — lungimea barei considerate (organul care preia încărcătura).

În acest caz, ecuația oscilațiilor elastice longitudinale ale organului care preia încărcătura va fi:

$$m \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} - EF \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + k\Phi = 0 \qquad (2)$$

în care:

m este masa barei considerate care se deplasează;

EF — rigiditatea longitudinală a barei.

Neglijînd rezistențele, legea după care au loc vibrațiile poate avea următoarea formă:

$$\Phi(x,t) = \varphi(x) \sin p_0 t \qquad (3)$$

unde:

$\varphi(x)$ este forma vibrațiilor forțate;

p — frecvența vibrațiilor forțat

Înlocuind (3) în (2) se obține:

$$\varphi''(x) + \alpha^2 \varphi(x) = 0 \qquad (4)$$

în care:

$$\alpha = \sqrt{\frac{m p_0^2 - k}{EF}}.$$

Rezolvarea ecuației (4) poate fi scrisă sub forma următoare:

$$\varphi(x) = C \cos \alpha x + D \sin \alpha x. \qquad (5)$$

Determinarea constanțelor C și D se poate face cu ajutorul condițiilor de limită.

Pentru cazul considerat (fig. 5), aceste condiții vor fi:

$$\begin{aligned} &k_2[Y_1 + Y_2 + \varphi(0)] = -EF[\varphi(x)]' && \text{pentru } x = 0 \\ &\varphi'(x) = 0 && \text{pentru } x = l \end{aligned} \qquad (6)$$

Determinînd constantele C și D din relațiile (6) și introducîndu-le în relația (5) se obține:

$$\varphi(x) = -\frac{k_2(Y_1 + Y_2)}{EF\alpha + k_2 \operatorname{cotg} \alpha l} \cdot \frac{\cos \alpha (l - x)}{\sin \alpha l} \cdot \qquad (7)$$

Cu aceasta, diferența amplitudinilor punctelor de început (B) și sfîrșit (C) ale barei, după formula (1), va fi:

$$Y_l - Y_0 = \frac{k_2(Y_1 + Y_2)}{EF\alpha + k_2 \operatorname{cotg} \alpha l} \cdot \frac{1 - \cos l\alpha}{\sin \alpha l}. \qquad (8)$$

Semnul minus în relația (7) arată că vibrațiile longitudinale au o diferență de fază egală cu π, în raport cu frecvența forței perturbatoare.

Din cerințe tehnologice, masa vibrantă de rezonanță, după schema (5), lucrează în domeniul rezonanței de ordinul doi, adică vibrația mesei vibrante (Y_2), considerată ca un corp perfect rigid, și vibrațiile elastice longitudinale [$\varphi(x)$] sînt în aceeași fază, așa cum a fost arătat mai înainte.

Dacă la capătul liber al mesei vibrante se atașază, prin intermediul unui organ elastic, o masă suplimentară m_3 (fig. 6) cazul b, condițiile de limită pot fi scrise în următoarea formă:

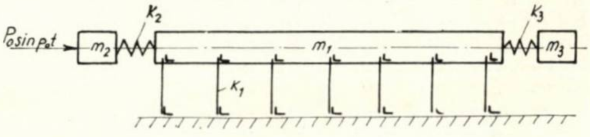


Fig. 6

$$\begin{aligned} &k_2[Y_1 + Y_2 + \varphi(0)] = -EF[\varphi(x)]' && \text{pentru } x = 0 \\ &k_3[Y_1 + y_3 + \varphi(l)] = EF[\varphi(x)]' && \text{pentru } x = l \end{aligned} \qquad (9)$$

Determinînd constantele C și D în înlocuindu-le în relația (5), se obține:

$$\varphi(x) = \frac{-k_2(Y_1 + Y_2)[k_3 \sin \alpha(l - x) - EF\alpha \cos \alpha(l - x)]}{k_2[k_3 \sin \alpha l - EF\alpha \cos \alpha l] - EF\alpha}$$

$$\frac{-k_3(Y_1 + Y_3)[EF\alpha \cos \alpha x - k_2 \sin \alpha x]}{[EF\alpha \sin \alpha l + k_3 \cos \alpha l]} \cdot \qquad (10)$$

Ținînd cont de relația (1), cu acestea, diferența va fi:

$$\varphi(l) - \varphi(0) = \frac{EF\alpha(1 - \cos \alpha l)[k_2(Y_1 + Y_2) - k_3(Y_1 + Y_3)] +}{k_2[k_3 \sin \alpha l - EF \cos \alpha l] - EF\alpha}$$

$$\frac{+ k_2 k_3 \sin \alpha l (Y_2 - Y_3)}{[EF\alpha \sin \alpha l - k_3 \cos \alpha l]} \cdot \qquad (11)$$

Analizînd relația (11), se constată că, alegînd în mod corespunzător parametrii masei suplimentare (masa m_3 și rigiditatea K_3 a arcurilor de legătură), se obține:

$$EF\alpha(1 - \cos \alpha l)[k_2(y_1 + Y_2) - k_3(Y_1 + Y_3)] +$$
$$+ k_2 k_3 \sin \alpha l (Y_2 - Y_3), \qquad (12)$$

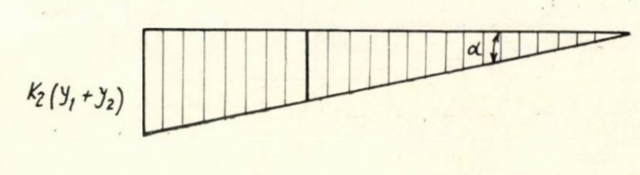
adică se obține diferența:

$$\varphi(l) - \varphi(0) = 0.$$

Diferența amplitudinilor punctelor de început și de sfîrșit ale barei considerate sporesc forțele elastice ale barei.

Adoptînd ca mai înainte, bare rezemate, se obține diagrama din figura 7.

Fig. 7



Într-o secţiune efectuată în bară la distanţa y, forţele de compresiune vor fi :

$$\frac{k_2(Y_1 + Y_2)}{l}(l - y) = (l - y)\mathrm{tg}\,\alpha \qquad (13)$$

În acest caz, diferenţa suplimentară a amplitudinii vibraţiilor punctelor B şi C se va exprima ca o deformaţie completă a barei considerate, adică :

$$(\;) = \frac{k_2(Y_1 + Y_2)}{EF\alpha} \cdot \frac{l^2}{2} = \frac{l^2}{2\,EF}\mathrm{tg}\,\alpha \qquad (14)$$

adică diferenţa suplimentară a amplitudinii este determinată de unghiul α, de gradul de neregularitate al răspîndirii eforturilor pe lungimea barei.

Existenţa masei suplimentare (m_3) la capătul liber al mesei vibrante egalează epura eforturilor. În cazul în care se ia în consideraţie masa suplimentară, diferenţa suplimentară a amplitudinii va fi :

$$\Delta l_{(3)} = \frac{k_2(Y_1 + Y_2) - k_3(Y_1 + Y_3)}{l} \cdot \frac{l^2}{2\,EF} \qquad (15)$$

De aici rezultă că masa suplimetară, care joacă rolul de amortizor al vibraţiilor elastice longitudinale, favorizează şi eliminarea răspîndirii inegale a eforturilor pe lungimea organului purtător (bara considerată), fapt care duce la reducerea diferenţei suplimentare a amplitudinilor.

Valoarea amplitudinii Y_i ($i = 1, 2, 3$) se determină din ecuaţiile de mişcare vibratorie a unui sistem compus din trei mase, cu luarea în considerare a oscilaţiilor longitudinale.

În primă aproximaţie, cu ajutorul ecuaţiilor obişnuite care se pot scrie, se obţine pentru Y_i următoarea expresie :

$$Y_1 = \frac{P_0\,k_2\,(k_3 - m_3\,p^2)}{(k_1 + k_2 + k_3 - m_1\,p^2)\,(k_2 - m_2p^2)\,(k_3 - m_3\,p^2) - k_3^2(k_2 - m_2p^2) - k_2^2(k_3 - m_2p^2)};$$

$$Y_2 = \frac{P_0\,(k_1 + k_2 + k_3 - m_1\,p^2)\,(k_3 - m_3p^2) - P_0\,k_3^2}{(k_1 + k_2 + k_3 - m_1\,p^2)\,(k_2 - m_2p^2)\,(k_3 - m_3\,p_2) - k_3^2(k_2 - m_2p^2) - k_2^2\,(k_3 - m_3\,p^2)}; \qquad (16)$$

$$Y_3 = \frac{P_0\,.\,k_2\,.\,k_3}{(k_1 + k_2 + k_3 - m_1p^2)\,(k_2 - m_2p^2)\,(k_3 - m_3\,p^2) - k_3^2(k_2 - m_2\,p^2)\,k_2^2(k_3 - m_3p^2)}$$

Analizînd figura 8 în care sînt reprezentate grafic funcţiile Y_i ($i = 1, 2, 3$) se poate trage concluzia că adăugarea masei suplimentare (m_3) la lucrul mesei vibrante, în regim de amortizor este posibilă numai în condiţiile cînd frecvenţa proprie a masei suplimentare ω_{03} va fi mai mică decît frecvenţa proprie ω_{02} a vibratorului, adică expresia analitică pentru amortizorul de vibraţii are următoarea formă :

$$\omega_{03} < \omega_{02}. \qquad (17)$$

Din condiţia (17) se admite că vibraţiile masei suplimentare au loc în concordanţă de fază cu vibraţiile organului purtător şi defazat în raport cu vibratorul (vezi zona de lucru din fig. 8).

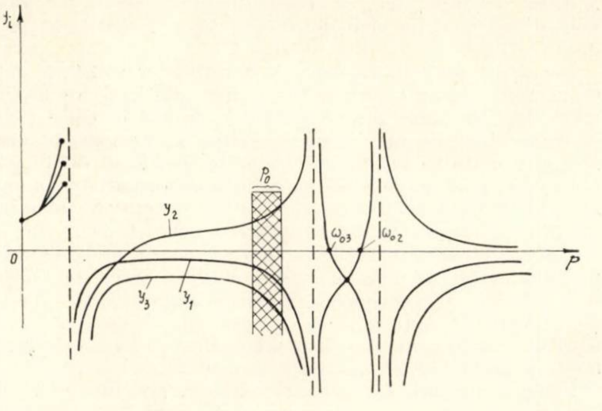


Fig. 8

În cazul cînd $\omega_{02} < \omega_{03}$, masa m_3 a amortizorului se poate transforma în masă excitantă.

Din cele scrise de mai înainte rezultă că parametrii masei suplimentare, pentru lucrul în regim de amortizor, se aleg din condiţiile (12) şi (17).

Această metodă a utilizării masei suplimentare pentru eliminarea neuniformităţii intensităţii amplitudinii vibraţiilor pe lungimea mesei vibrante poate fi aplicată şi la alte tipuri de maşini vibratoare (ciururi, conveiere etc.) la care, din condiţii tehnologice, se impune uniformizarea intensităţii amplitudinii pe toată lungimea organului purtător.

Bibliografie

[1] Serebrennikov M.G. : *Kolebania i vibraţia*, OGIZ, 1940.

[2] Hamburger L., Buzdugan Gh. : *Teoria vibraţiilor şi aplicaţiile ei în construcţia maşinilor*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1958.

[3] Kovalenko V.F. : *Consideraţii cu privire la particularităţile calculului meselor vibrante cu vibraţii orizontale*, Moskva, M.I.S.I., 1967.

[4] Lebedev M.N, Lialinov A.N. : *Issledovanie rabocego proţesra vibroploşcciadchi s nelincinîmu Kolebaniami*, Moskva, Vibrationnaia Tehnika, 1966

[5] Kononenko V.O. : *Rezonansnîe cvoistva ţentrobejnogo vibratora*, Trudi instituta maşinovedenia, Seminar po T.M.M., 1958.

[6] Kononenko V.O. : *Kelebatelinîe sistemî c organicennîm vozdujdeniem*, Nauka 1964.

[7] Tse Morse şi Hincle : *Vibraţii mecanice*, Boston, 1963.

Puncte de vedere privind stimularea reducerii consumului de resurse pe şantierele de construcţii

Ing. M. Manolache, ing. N. Şerbănescu

Şantierele de construcţii-montaj sînt locuri de producţie în care îşi desfăşoară activitatea în prezent peste 450 de mii de muncitori, numărul acestora fiind în continuă creştere. Aceasta înseamnă că din numărul total al muncitorilor din industrie, transporturi, agricultură şi din unităţile aparţinînd altor categorii de activitate economică şi socială, aproape 15 % lucrează pentru înfăptuirea politicii economice a statului nostru în domeniul construcţiilor. De aici rezultă necesitatea de a căuta şi găsi căile de organizare optimă a muncii, care să asigure cheltuirea şi gospodărirea ei cît mai eficientă.

Această preocupare de fapt este în prezent în plină actualitate, atît în ţara noastră, cît şi în alte ţări. Nu se poate spune însă că ea a stîrnit interesul general şi permanent în rîndurile personalului cu pregătire profesională superioară care activează în producţia de construcţii. Mai bine ar fi să spunem că această preocupare nu este stimulată, organizată şi condusă. Şi aceasta face să slăbească pe şantiere spiritul de disciplină, să crească în unele cazuri consumul nejustificat şi neraţional de muncă, să se înregistreze pierderi de timp.

Normarea muncii, ca expresie a cerinţelor societăţii faţă de membrii ei, nu este folosită pe toate şantierele ca instrument de organizare a producţiei şi a muncii în construcţii, ca instrument de planificare operativă şi element de bază al sistemului de salarizare. În unele şantiere, retribuirea muncii în raport cu rezultatele obţinute de formaţia de muncă nu este factorul comun al celor două categorii de interese : ale muncitorilor şi ale întreprinderii de construcţii.

Sînt nenumărate cazurile în care personalul de conducere, maistrul, şeful de lot, iar uneori chiar şi şeful de şantier sînt obligaţi să facă concesii în ţinerea riguroasă a evidenţei consumului de muncă şi să accepte uneori existenţa unei stări de lucruri care contravin principiilor socialiste de retribuire a muncii după cantitate şi calitate.

Echipele, uneori, se formează spontan, atît din punct de vedere numeric, cît şi din punctul de vedere al calificării, fără contribuţia competentă a conducerii şantierelor. De aceea, în unele situaţii nu este asigurată concordanţa între categoria lucrărilor ce se execută şi categoria medie a echipei.

Pe unul din şantierele mari ale Direcţiei generale de construcţii-montaj a municipiului Bucureşti — Centrul de televiziune — au fost folosite pentru execuţia lucrărilor de zidărie şi tencuieli din prima etapă a corpului studiouri echipe de componenţă necorespunzătoare, care s-au format în mod natural. Aşa, de exemplu, în unele echipe de 12—14 oameni au fost 8—9 muncitori de categoria VI şi numai 3—4 muncitori de categoria II. Nu a existat nici un muncitor de categoria III şi IV şi numai unul singur de categoria V. Sau în unele echipe de dulgheri, cum era cea a lui Baraş Iosif, din 28 de oameni au fost 14 muncitori de categorie superioară, 13 categoria VI şi unul categoria VII, ceea ce a făcut ca echipa amintită să aibă calificarea medie 4,90, mult peste cea cerută de categoria medie a proceselor de dulgherie pe care le-a executat. Aceasta are drept consecinţă neutilizarea corespunzătoare a unor muncitori cu calificare mai mare decît cea indicată în normative pentru lucrările respective sau realizarea unor lucrări de proastă calitate în cazul în care categoria muncitorilor este inferioară lucrărilor.

Actuala stare de lucruri de pe unele şantiere împiedică organizarea lucrărilor în mod ştiinţific. Existenţa echipelor mici, neconstituite în brigăzi de specialitate sau brigăzi complexe, nu poate asigura continuitatea şi uniformitatea, realizarea unor succesiuni tehnologice optime în concordanţă cu termenele intermediare şi finale ale execuţiei.

Cointeresarea membrilor echipelor la rezultatele colective ale întregului obiect sau chiar şantier este în prezent deficitară, deoarece actualul sistem de remunerare a muncii nu stimulează în mod eficient şi nu duce la scurtarea duratei de execuţie a lucrărilor şi la realizarea de lucrări de calitate. Nu sînt prevăzute în sarcina conducătorilor lucrărilor, în actele normative actuale, măsuri exprese privind răspunderea materială pentru depăşiri de termene globale şi parţiale şi nici recompense materiale pentru scurtarea acestora. De cele mai multe ori, graficele, întocmite formal şi necorespunzător, nu sînt instrument în organizarea producţiei de construcţii-montaj. Acestea nu sînt urmărite operativ şi de aceea este necesară continua lor refacere.

Cu privire la deficienţele întîlnite în activitatea şantierelor şi la cauzele care dau naştere în foarte multe cazuri la concluzia greşită a lipsei forţei de muncă se poate vorbi mult. În cadrul prezentului articol ne-am propus însă să expunem cîteva puncte de vedere în legătură cu măsurile ce se impun în scopul îmbunătăţirii continue a indicatorilor activităţii de construcţii-montaj şi a scurtării termenelor de dare în exploatare.

Cu prilejul experimentării noilor principii de organizare, folosire şi retribuire a muncii se vor urmări de fapt un număr mare de factori de influenţă ai producţiei de construcţii. De asemenea, cu acelaşi prilej, va trebui să fie analizat conţinutul economic al multora din noţiunile cu care operează în prezent organizarea şi planificarea activităţii de construcţii-montaj, care nu mai este corespunzător etapei actuale şi scopului urmărit.

Considerăm însă că pregătirea cadrului pentru aplicarea unor forme avansate de organizare trebuie să înceapă cu precizarea conţinutului noţiunilor în lumina noilor principii de organizare.

I. DESPRE NECESITATEA ADOPTĂRII ŞI APLICĂRII UNOR FORME STIMULATOARE

Particularităţile producţiei de construcţii îi conferă acesteia un loc aparte în activitatea economică.

Prin efortul comun al proiectanţilor şi executanţilor, caracterul sezonier al activităţii de construcţii se reduce an de an, iar procesele tradiţionale sînt înlocuite cu procese de montaj. Prin aceasta, activitatea de construcţii şi mai ales cea de instalaţii şi de montaj al utilajului tehnologic capătă un nou conţinut, care se apropie de activitatea din industrie. Creşterea continuă a numărului, puterii instalate şi diversităţii utilajelor folosite în activitatea de construcţii accentuează şi mai mult asemănarea dintre industrie şi activitatea desfăşurată pe şantiere. S-ar impune, în această situaţie, să se adopte în organizarea lucrărilor principii şi noţiuni cu conţinut apropiat de cel al industriei. O primă deficienţă care ar trebui remediată se referă la definiţia actuală şi conţinutul noţiunii de producţie finită şi producţie neterminată în construcţii.

În ramura de construcţii-montaj, activitatea de producţie pentru obţinerea unui bun material, denumit convenţional obiect, se desfăşoară pe un termen mult mai lung decît în industrie, iar numărul de muncitori şi al meseriilor participante este mult mai mare. Această deosebire, însă, nu poate împiedica apropierea principiilor de organizare ale celor două ramuri, industrie şi construcţie, în aşa fel încît să nu fie posibilă rezolvarea problemelor organizatorice şi economice după sistemele şi modelele industriei. În prezent, totalitatea proceselor de muncă ce se consumă pe şantier pentru realizarea unei categorii de lucrări şi a unei părţi de categorii de lucrări* sînt opera comună a unui număr mare de echipe, organizate uneori în brigăzi, cu o desfăşurare continuă sau discontinuă în timp, după cum condiţiile tehnologice sau organizatorice se impun. Foarte rar sînt întîlnite situaţii în care procesele de muncă să fie executate în totalitatea lor de un singur individ. Potrivit actualelor principii şi reglementări, o echipă execută numai procese de muncă pentru realizarea unui număr redus de articole dintr-o lucrare, definite în conformitate cu actualele indicatoare de norme de deviz. Referindu-ne la procesele care fac obiectul indicatorului pentru construcţii civile şi industriale, acestea nu depăşesc, de regulă, cadrul unui capitol. Alteori sînt constituite echipe care realizează chiar mai puţin decît un articol de deviz. De exemplu, echipele care confecţionează şi montează saltelele de vată minerală ale articolului de tratament fonic sînt altele decît cele de tîmplari sau dulgheri pentru caroiajul (scheletul) de lemn suport al tratamentului. Grupuri de articole înrudite, de exemplu cofrajele, betoanele şi armăturile, iar uneori chiar acelaşi articol din devizul unei categorii de lucrări se execută de mai multe echipe. De exemplu, zidăria şi tencuielile de la corpul studiouri etapa I din complexul Centrului de televiziune Bucureşti au fost executate de patru echipe totalizînd 52 de zidari, cea mai mare avînd 14 membri şi al căror număr mediu este de 13 oameni pe echipă. Se subînţelege că acest mod de organizare nu asigură uniformitatea şi continuitatea, favorizează prezenţa unui spirit individualist pe şantiere, manifestat prin tendinţa acestor echipe mici de a acapara front de lucru pentru o lungă durată de timp în defavoarea termenelor de execuţie şi a intereselor întreprinderilor de construcţii.

Actuala reglementare care defineşte noţiunea de producţie finită în construcţii nu stimulează adoptarea unor măsuri organizatorice care să sporească gradul de cointeresare a muncitorilor în respectarea termenelor şi a condiţiilor de calitate. Prin această reglementare — care consideră producţie finită chiar execuţia unei părţi din prevederea cantitativă a unui articol din documentaţia economică pentru care s-au executat în întregime procesele tehnologice indicate — se introduce o contradicţie între sensul noţiunii şi interesele beneficiarului şi ale organizării muncii.

Să subliniem încă o dată faptul că în activitatea de construcţii-montaj avem de-a face cu termene lungi de execuţie, fapt care impune luarea în consideraţie a unor etapizări care trebuie de la început bine definite.

Pentru organizarea muncii pe şantiere ar trebui să acceptăm necesitatea existenţei noţiunilor de *produs finit* şi *pro-*

---

* Acceptăm definiţia dată de instrucţiunile de aplicare a H.C.M. 744/1957 pentru aceste noţiuni.

ducţie finită. Pentru definiţia noţiunii de *produs finit* trebuie să se plece de la devizul general al investiţiei şi obiectele sale. În cazul unor eventuale etapizări de punere în funcţie, pentru care sînt întocmite distinct documentaţiile economice, unitatea care ar trebui să constituie punctul de plecare ar putea fi etapa cu conţinutul tehnico-economic aferent. În acest sens, noţiunea de produs finit ar trebui să se refere la terminarea totalităţii proceselor de muncă înscrise în devizul obiectului respectiv şi să reprezinte un obiect sau o etapă a acestuia. Şi de la această noţiune, definită astfel, să plece relaţiile dintre constructor şi beneficiar, dintre conducerea întreprinderilor şi a şantierelor şi, la rîndul lor, relaţiile dintre conducerea şantierului şi muncitorii constituiţi în brigăzi ce s-ar organiza corespunzător noilor condiţii.

Corelat cu aceasta şi ţinînd seama de necesităţile de organizare ar fi necesar să se definească noţiunea de *producţie finită* cu care ar trebui să se opereze numai intern în activitatea şantierelor şi întreprinderilor de construcţii, la organizarea lucrărilor, şi în raporturile cu muncitorii, la stabilirea drepturilor băneşti ale acestora.

Să plecăm de la reglementările actuale, spre a vedea ce se întîmplă în prezent. Pentru un obiect — de exemplu, clădirea unui corp de ateliere — suprastructura de rezistenţă, alcătuită din stîlpi, grinzi şi planşee de beton armat, este executată în prezent de trei categorii de muncitori: dulgheri, fierari betonişti şi betonişti. Dacă se mai adaugă şi mecanicii de la utilajele de transport pe verticală, eventual electricienii de întreţinere a instalaţiilor de forţă şi de iluminat, numărul acestora, evident, creşte. Acelaşi lucru se poate spune despre lucrările de zidărie, tencuieli, faianţă, vopsitorii, zugrăveli, mozaicuri, parchet etc. executate de meserii diferite. Între unele din aceste procese nu există deosebiri esenţiale din punctul de vedere al complexităţii şi nici dificultăţi la însuşirea lor de către muncitori aparţinînd altor meserii. S-ar putea trage concluzia că policalificarea constructorilor, nu numai că este posibilă, dar este necesară şi impusă, date fiind metodele şi materialele noi folosite în realizarea proceselor de construcţii. De altfel, actuala meserie de montator prefabricate, născută pe şantier din nevoile execuţiei, s-a format pe seama betoniştilor şi a dulgherilor, prin transformarea acestora. Să acceptăm acum şi să plecăm de la ideea potrivit căreia pentru execuţia de construcţii se pot folosi echipe complexe alcătuite deocamdată din muncitori aparţinînd diferitelor meserii în proporţia cerută de ponderea cu care intervine în structura complexă fiecare proces simplu. În acest caz putem grupa articolele ce intră în componenţa devizului care au legătură tehnologică, succesiune şi continuitate* şi înrudire profesională. S-ar putea astfel descompune obiectul într-un număr de lanţuri tehnologice sau activităţi care pot intra în alcătuirea unui graf şi a căror realizare s-ar putea organiza în condiţii optime. Am putea avea un lanţ tehnologic (sau activitate) pentru lucrările de cotă zero, în care ar fi incluse în totalitate articolele de săpături, compactare, cofraje, armături şi betoane; un alt lanţ pentru structura de rezistenţă, avînd incluse în totalitate articolele de cofraje, armături betoane, dintr-un sector de lucru, etapă sau dintr-un obiect întreg; izolaţii hidrofuge, termice şi terase, zidării, tencuieli, faianţă; izolaţii hidrofuge orizontale şi verticale, pardoseli (de toate categoriile), zugrăveli, vopsitorii, tîmplărie, geamuri etc. La aceasta s-ar adăuga lanţurile tehnologice (activităţile) provenite din comasarea articolelor de instalaţii, plasate tehnologic în timp conform ciclogramei (sau graficului-reţea); instalaţiile electrice, instalaţiile sanitare etc. În acest caz, formaţiile complexe alcătuite pe lanţuri tehnologice cu respectarea condiţiilor de calificare medie, în sensul arătat mai sus şi în spiritul concepţiei preconizate de INCERC, şi-ar desfăşura activitatea pe bază de contract, executînd în totalitate articolele care intră în componenţa lanţului, iar remuneraţia formaţiei s-ar face la sfîrşitul tuturor proceselor de construcţii care alcătuiesc lanţul. Chenzinal, muncitorii ar urma că primească, pe baza pontajului, la 8 ore/zi, 80% din salariul tarifar al categoriei de salariu respective.

Conţinutul tehnico-economic al fiecărui lanţ tehnologic (sau activitate) pe care l-am putea denumi normativ tehnologic, va cuprinde cantităţi fizice, volumul de muncă, cantităţile de materiale, precum şi utilajele necesare. Acestea vor trebui să fie stabilite prin proiectul de execuţie al obiectului respectiv de către proiectant. În sarcina şantierului ar urma să fie întocmirea fişei tehnologice anexă la contractul cu care formaţia complexă angajază lucrările în cadrul obiectului respectiv. În acest caz, noţiunea de producţie finită, definită în cazul obiectului de investiţie prevăzut în devizul general, ar urma să se refere la execuţia în totalitate a articolelor care intră în componenţa lanţului tehnologic stabilit prin proiectul de execuţie şi de organizare.

Activitatea de construcţii-montaj ar trebui să fie decontată beneficiarului numai la terminarea completă a obiectului, pe situaţii de plată întocmite pe articole de deviz, operîndu-se în documentele încheiate eventualele penalizări pentru depăşirea termenului final de predare a fazei (sau etapei) ori a obiectului, dacă nu este vorba de nici o etapizare. În interiorul perioadei de execuţie, pentru simplificare, relaţiile financiare între beneficiar şi constructor ar putea fi de tipul actualelor raporturi lunare. Constructorul poate însă deconta beneficiarului şi lucrările care fac obiectul unui lanţ la terminarea acestuia.

Procedînd astfel, controlul consumului de resurse în activitatea de construcţii-montaj, utilaje şi în special forţa de muncă s-ar simplifica şi uşura. Fişa tehnologică elaborată cu prilejul întocmirii proiectului de organizare, piesă obligatorie, anexă la contractul de angajare a proceselor de construcţii din lanţul tehnologic, conţinînd eşalonarea desfăşurării consumului resurselor cu obligaţiile reciproce referitoare la procurare şi consum, ar permite în orice moment cunoaşterea situaţiei oricărei categorii de mijloace. Aceasta ar înlocui munca laborioasă ce se consumă în prezent cu prilejul întocmirii comparativelor de materiale, manoperă, utilaje, în vederea întocmirii bilanţului, în orice caz nişte documente neeficiente, întrucît se întocmesc după ce se încheie o perioadă şi servesc doar pentru a se face nişte constatări. Actualele comparative de materiale de manoperă şi de utilaje nu sînt instrumente de organizare, ci de analiză a unor rezultate.

Cantităţile de materiale, de manoperă şi de utilaj stabilite de proiectant în vederea organizării execuţiei pe lanţuri tehnologice, în concepţia producţiei finite, sînt verificate şi eşalonate pe şantier în conformitate cu prevederile din ciclograme sau din graficul calendaristic şi incluse în fişa tehnologică. Aceasta din urmă constituie documentul de bază al activităţii de construcţii-montaj, instrument de lucru al maistrului, care în cazul organizării execuţiei lucrărilor pe producţie finită devine şeful formaţiei complexe alcătuite în acest scop.

Experienţa a stabilit că un maistru poate conduce pînă la 80 de oameni de diferite meserii, constituiţi în echipe de diferite mărimi. Pentru formaţia complexă organizată din muncitori cu meserii înrudite, care execută procese asemănătoare şi pentru care sînt necesare mijloace de muncă de diversitate mai redusă, numărul de muncitori ce ar putea fi conduşi de un maistru s-ar putea ridica la 100.

O formaţie complexă avînd normal dimensiune constantă, cu calificări diferite în număr mare la început, apoi, prin procesul de policalificare, ce va avea loc pe şantier, numărul acestora reducîndu-se la numai una singură, va avea capacitatea de lucru ce va putea fi suportată prin dotare cu mijloace şi bună organizare, în mod continuu. Formaţia complexă poate angaja, în perioadele de descreştere a activităţii, lucrări la alte obiecte, prin acelaşi maistru.

Comentăm mai jos, sumar, rezultatele ce s-ar obţine în urma organizării execuţiei lucrărilor de construcţii-montaj prin metoda preconizată. Acestea s-ar concretiza în:

1. Scurtarea termenelor de execuţie totale şi parţiale prevăzute în contract şi grafice.

2. Economia de forţă de muncă, de materiale şi utilaje, care ar forma obiectul unor criterii pentru stimularea formaţiei complexe şi a maistrului care o conduce.

3. Obţinerea lucrărilor de calitate corespunzătoare normelor, obiectiv care trebuie să fie de asemenea luat în consideraţie printre criteriile principale la remunerare.

4. Desfiinţarea foilor de acord simplu sau acord global ce se încheiau pînă acum, în majoritatea cazurilor la sfîrşitul lunii (nu la început, pentru a stabili sarcini şi drepturi băneşti). Acestea nu şi-ar mai justifica necesitatea, întrucît sarcinile şi drepturile băneşti finale se stabilesc prin contract şi fişa tehnologică corectată pe parcursul lucrării prin eventuale acte adiţionale pentru a cuprinde dispoziţiile notelor de comandă ale beneficiarului.

---

* Fără întreruperi cauzate de alte procese.

5. Asigurarea unei participări active la rezolvarea problemelor organizatorice şi de aprovizionare cu mijloace a tuturor factorilor vizaţi. Pentru aceasta, în contractele de angajarea executării lucrărilor care se încheie pe şantiere vor fi trecute în anexă obligaţii reciproce, cu precizări nominale şi termene a căror nerealizare ar putea afecta material pe cei în cauză.

6. Desfiinţarea actualei funcţii de normator de pe şantierele de construcţii-montaj, care nu şi-ar mai justifica necesitatea. De altfel, nici pînă în prezent normatorii nu sînt o prezenţă activă şi competentă în organizarea procesului de producţie. Activitatea de normare, avînd un conţinut ştiinţific, trebuie să fie preocuparea inginerilor de la proiectare, de pe şantiere şi din institutele de cercetare, ajutaţi de tehnicieni şi funcţionari tehnici.

7. Crearea unor posibilităţi sporite de organizare ştiinţifică a locului de muncă, folosind avantajele pe care le oferă formaţiile de 80—100 de muncitori, stabilitatea acestora şi interesul material stimulat de criteriile stabilite prin contractele încheiate în baza noilor reglementări ce vor trebui să fie adoptate.

8. Crearea condiţiilor pentru lichidarea timpului pierdut la începerea şi terminarea lucrului, cu absenţele şi cu învoirile.

9. Degrevarea şefilor de şantier, a inginerilor, şefilor de lot şi a maiştrilor principali de problemele mărunte impuse de actualele forme de organizare şi prin urmare asigurarea unei mai active participări a personalului tehnic de pe şantiere la organizarea ştiinţifică a producţiei în construcţii.

10. Asigurarea terminării integrale a articolelor prevăzute în devize, lichidîndu-se astfel practica actuală a remedierilor şi completărilor ulterioare stabilite la recepţia definitivă.

II. CÎTEVA CONSIDERAŢII FINALE

Asistăm în prezent la un proces de diferenţiere între constructori şi instalatori în defavoarea constructorilor. Întreprinderile de instalaţii — iar în cadrul întreprinderilor de construcţii, şantierele de instalaţii — şi-au asigurat o tot mai deplină reputaţie în privinţa stabilităţii muncitorilor, disciplinei muncii şi îndeplinirii indicatorilor planului. Unităţile de instalaţii folosesc pentru execuţia fiecărei categorii de lucrări dintr-un obiect, de obicei, o singură formaţie alcătuită dintr-o singură meserie. Foarte rar instalatorii pun problema fluctuaţiei, a lipsei forţei de muncă, a nerespectării termenelor de predare. De asemenea, se cunosc puţine cazuri în care unităţile de instalaţii şi montaj să nu-şi fi realizat sarcinile, cu toată diversitatea deosebit de mare sub care se prezintă în devize procesele de instalaţii şi materialele folosite. Explicaţia rezidă în faptul că în activitatea de instalaţii sînt create condiţii pentru o bună organizare încă de la elaborarea documentaţiei economice, care stabileşte cantitativ şi valoric activitatea pe care va prelua-o o singură echipă, în cadrul unui obiect, dimensionată în concordanţă cu volumul de muncă şi termenele din grafic.

Ideea specializării şi cooperării, aparent afectată de organizarea producţiei de construcţii pe baza echipelor (brigăzilor) complexe mari, se realizează de fapt la un nivel superior între formaţii mai largi, conduse mai competent. De altfel, implicit şi între formaţiile complexe se nasc raporturi contractuale care stabilesc termene finale şi intermediare de predare a frontului de lucru între maiştri şi formaţii. Aceste termene pentru fiecare sector de lucru, în cazul obiectului, se iau din graficul calendaristic sau din ciclogramă. Munca inginerului pe şantier se transformă astfel în muncă de concepţie, de urmărire şi analiză continuă a factorilor care influenţează productivitatea.

Preţul de cost, care în prezent este impus drept criteriu principal pentru premierea personalului tehnico-ingineresc de pe şantier, nu şi-ar mai justifica această valoare. El n-ar mai trebui să fie indicator care măsoară calitatea muncii. De regulă, preţul de cost se depăşeşte prin risipirea resurselor : a forţei de muncă şi în principal a materialelor şi utilajelor. Or, în general vorbind, puţine cazuri se întîlnesc pe şantiere cînd echipele cunosc de la începutul lucrărilor pe care le execută consumurile limită ale celor doi factori determinanţi ai producţiei de construcţii : timpul şi resursele cu valoarea lor. Interesul în reducerea consumului acestora nu se manifestă în prezent în mod concret, nefiind stimulat şi astfel concluziile rezultate la o analiză făcută ulterior unei activităţi pe care de la început ştiam că n-a stimulat-o nu mai prezintă interes.

Avînd stabilite prin fişa tehnologică pentru fiecare formaţie complexă, concret şi cu anticipaţie obligaţiile privind consumurile şi programarea aprovizionării pe şantier a resurselor, precum şi obligaţiile personalului tehnic privind asigurarea lor la termenele consemnate în grafice şi contracte, criteriul pentru stimularea materială a personalului tehnic din şantierele şi întreprinderile de construcţii se transformă în acela al reducerii termenelor de predare a obiectelor prevăzute în devizul general şi al calităţii lucrărilor. S-ar putea trece astfel peste dificultăţile şi efectul particularităţilor sub care se manifestă în construcţii indicatorului preţ de cost influenţat de variaţia preţurilor la materiale şi prefabricate. Bineînţeles, aceasta presupune să se respecte întru totul prevederile cantitative din procesul de execuţie, iar în cazul unor depăşiri, acestea să fie acoperite integral cu note de comandă suplimentară, iar aprovizionarea materialelor pe şantier să se facă în cantitatea şi calitatea impuse de normative.

Chezăşia oricărui succes, în orice ramură de activitate economică, o constituie pregătirea, cunoaşterea sarcinilor şi a termenelor, organizarea execuţiei şi a aprovizionării cu resurse. Factorul capital rămîne însă interesul pe care trebuie să-l manifeste în activitatea de producţie fiecare constructor. De aceea trebuie să găsim căile de a stimula operativ, concret şi eficace acest interes.

Prepararea nisipurilor cuarţoase feldspatice prin metoda flotaţiei

Dr. ing. M. Badea, ing. G. Trapcea, ing. C. Boboiceanu

I. CONSIDERAŢII GENERALE

Prepararea nisipurilor cuarţoase, respectiv eliminarea impurităţilor dăunătoare şi în primul rînd a impurităţilor cu conţinut de minerale feroase şi feldspatice, este o condiţie a fabricării sticlei din aceste nisipuri.

Lucrările de cercetare efectuate de o serie de institute au arătat că cea mai bună metodă de preparare a nisipurilor cuarţoase este metoda flotoabraziunii, recunoscută în prezent ca cea mai eficace şi introdusă în majoritatea instalaţiilor de preparare a acestora.

Concomitent cu flotaţia, în tulbureală se produce frecarea particulelor una de alta, ceea ce face ca pelicula de hidroxizi de fier şi particulele argiloase care acoperă granula de cuarţ să treacă în şlam. Şlamul şi particulele foarte mici de nisip, în care este concentrată cea mai mare cantitate de oxizi de fier, se elimină prin spălare, obţinîndu-se astfel o scădere suplimentară în aceşti oxizi.

Superioritatea metodei de înnobilare a nisipurilor cuarţoase prin flotoabraziune constă în :

- calitatea superioară a produsului înnobilat ;
- extracţie în greutate ridicată ;
- productivitate mare a instalaţiei de flotaţie ;
- simplitatea aparatelor produse de uzinele indigene ;
- universalitatea metodei (include în acelaşi timp flotaţia, abraziunea şi spălarea), ceea ce dă posibilitatea de a fi aplicată pentru prepararea diferitelor sorturi de nisipuri cuarţoase.

Trebuie de asemenea amintit că, în funcţie de caracteristicile nisipurilor cuarţoase, succesiunea operaţiilor de preparare se schimbă neîncetat. Specificul preparării nisipurilor este influenţat în cea mai mare măsură de caracterul mineralelor purtătoare de oxizi de fier şi de forma sub care acestea se găsesc în nisipuri. Astfel, pot fi întîlnite nisipuri în care oxizii de fier se găsesc sub formă de particule dispersate de minerale grele (magnetit, hematit, titanomagnetit, limonit etc.), nisipuri în care oxizii de fier sînt legaţi de impurităţile argiloase, nisipuri în care oxizii de fier se găsesc sub formă de peliculă de diferite grosimi, care îmbracă parţial sau total granulele de cuarţ, nisipuri în care oxizii de fier se găsesc sub formă de incluziuni în granule de cuarţ şi nisipuri în care oxizii de fier sînt asociaţi cu mineralele de feldspat.

În cazul nisipurilor cuarţoase, care conţin cantităţi importante de feldspat, prepararea acestora a constituit una din problemele dificile în cercetare.

Este cunoscut că separarea amestecului de feldspat şi cuarţ (pegmatite, granaţi etc.) prezintă o mare dificultate datorită faptului că ambele minerale au foarte multe însuşiri asemănătoare, ceea ce îngreunează separarea acestora. Mineralele au o greutate specifică apropiată, aproape aceeaşi duritate, aceleaşi însuşiri magnetice şi se comportă la fel în operaţiile de tratare cu reactivi bazici sau acizi (reactivii de flotaţie care se întrebuinţează în flotaţia mineralelor nesulfurice nu asigură o separare selectivă a celor două minerale).

Datorită acestui fapt, nici metodele gravitaţionale, nici cele fără selecţie a acţiunii reactivilor, nu pot fi întrebuinţate pentru separarea acestor minerale utile.

În 1946 s-a încercat metoda flotaţiei cationice cu depresarea cuarţului, folosind acidul fluorhidric.

În U.R.S.S. E.V. Danilova a studiat condiţiile optime ale flotaţiei cuarţului şi feldspatului cu $C_{12}H_{25}NH_3Cl$ în prezenţa HF şi arată ipoteza acţiunii specifice a acidului fluorhidric în flotaţia feldspatului, şi anume: acidul fluorhidric, la consumuri mari, reacţionînd în soluţie cu clorură de laurilamină, formează o nouă combinaţie, care creează o acţiune superficială foarte mare asupra mineralului, chiar la valori mici ale pH-ului.

Această combinaţie constituie un colector selectiv pentru feldspat, care, absorbindu-se la grupa Al_2O_3, formează o combinaţie complexă.

II. CERCETĂRI EXPERIMENTALE

În urma cercetărilor de preparare prin flotaţie a nisipurilor cuarţoase feldspatice a reieşit, de asemenea, că, fără acid fluorhidric, flotaţia feldspatului şi a cuarţului se produce în condiţii identice. Cationii monovalenţi sau bivalenţi (K^+ şi Ca^{++}) aproape că nu au influenţat asupra flotaţiei cuarţului şi feldspatului. Cationii trivalenţi de Fe^{+++} şi Al^{+++} depresează brusc flotaţia ambelor minerale într-un grad cu atît mai mare, cu cît este mai mic consumul de colector cationic.

Activarea mineralelor (reactivarea lor) poate fi produsă cu fluorură de sodiu, sodă şi acid fluorhidric, dar fluorura de sodiu (Na F) activează mult mai puternic flotaţia feldspatului decît cea a cuarţului. De asemenea, s-a remarcat că fluorosilicatul de sodiu, la consumuri de pînă la 300 g/t, activează flotaţia feldspatului. Colectorul cationic de tipul laurilamină s-a adăugat în porţii de 50 g/t, adică în total 150 g/t. Spumanţii de tipul terpineolului îmbunătăţesc rezultatele flotaţiei.

Acidul fluorhidric s-a introdus sub forma molecular echivalentă de amestec NaF + HCl.

Condiţia optimă de flotaţie a feldspatului şi de depresare a cuarţului a fost mai evidentă la un pH foarte acid (pH = 1,5) şi deci la consumuri mari de HF, iar la o valoare mai mare a pH-ului se produce flotaţia colectivă a feldspatului şi cuarţului.

Concentratul de feldspat şi cuarţ s-a obţinut cu o puritate de pînă la 99 % la extracţii de 80—90 % a unuia sau a celuilalt. Granulometria materialului a fost de 0,3 mm, iar din material s-a îndepărtat anterior prin levigare clasa 0,06 mm.

În urma experienţelor efectuate cu colectori cationici din producţie proprie de laborator — noul reactiv Sintam 50— cu un radical hidrocarbonat compus din 12—14 atomi de carbon (uşor solubil în apă), rezultatele obţinute au fost dintre cele mai bune.

Nisipul cuarţos feldspatic, aşa cum s-a arătat mai sus, a fost deşlamat prin spălări repetate pentru eliminarea fracţiunii 0,06 mm.

Cele mai bune rezultate, atît în ceea ce priveşte puritatea concentratelor, cît şi a extracţiei în greutate au fost obţinute cu colectorul cationic de tipul Sintam 50 cu adaos de acid fluorhidric pentru depresarea cuarţului.

Consumul de acid fluorhidric, calculat la 100 % HF, a fost de 600 g/t (amestec NaF+HCl), consumul de Sintam 50 a fost de 250 g/t şi cel de ulei de pin 30 g/t.

În aceste condiţii, rezultatele obţinute au fost dintre cele mai bune.

Alt colector cationic, clorura de alchilpiridină, la consumuri de 150 g/t şi ulei de pin 30 g/t, flotează feldspatul fără a fi nevoie de depresant, însă indicii flotaţiei au fost inferiori.

Din experienţele efectuate a reieşit că separarea cuarţului de feldspat trebuie să se facă după îndepărtarea din material a mineralelor cu conţinut de oxizi de fier.

Experienţele cu nisip cuarţos care a avut conţinuturi de 4,5 % Al_2O_3 şi 0,40 % Fe_2O_3 au arătat că aceşti oxizi sînt legaţi în mare măsură de mineralele feldspatice, a căror separare a constituit problema principală a preparării acestor nisipuri.

Prepararea pe mese de concentrare şi separare electromagnetică nu a dus la o reducere dorită a Fe_2O_3 din nisipuri, deoarece cea mai mare parte a conţinutului în oxizi de fier a fost legată de feldspat, a cărui îndepărtare prin aceste metode nu se poate efectua.

O atriţie preliminară a nisipurilor, de asemenea nu a dus la o scădere considerabilă a Fe_2O_3.

Flotaţia nisipului cu colectori anionici, ca acidul oleic, uleiul de Tall, şi o atriţie de lungă durată cu întrebuinţarea regulatorilor de mediu — sodă calcinată sau sodă caustică — şi sticlă solubilă în calitate de depresant, au dat rezultate bune, coborînd conţinutul de Fe_2O_3 pînă la 0,26 %, dar îndepărtarea feldspatului nu s-a putut face.

Aceleaşi rezultate au fost obţinute şi atunci cînd s-a întrebuinţat drept activant pentru flotaţia anionică, $CuSO_4$ şi $Pb(NO_3)_2$.

Numai efectuarea flotaţiei cationice cu colector Sintam 50 şi acid fluorhidric ca depresant pentru cuarţ şi motorină sau săpun naftenic pentru extracţia mineralelor purtătoare de oxizi de fier a permis o separare selectivă a cuarţului de feldspat şi oxizi de fier.

Cele mai bune rezultate au fost obţinute în următorul regim de flotaţie :

— Sintam 50 : 200 g/t ;
— HF : 1 000 g/t ;
— motorină sau săpun naftenic : 1 000 g/t.

În condiţiile regimului de reactivi arătat, la un timp de flotaţie de 9 minute, conţinutul de Fe_2O_3 din concentrat a ajuns la 0,04 %, iar conţinutul de Al_2O_3 a scăzut pînă la 0,47 %.

Aceleaşi rezultate au fost obţinute şi prin metoda flotaţiei duble (directă + inversă) cu colectori anionici şi regulatori de mediu cu ioni de Ca^{++} proveniţi din laptele de var, care s-au dovedit a fi depresanţi ai feldspatului la un pH = 11,5.

III. CONCLUZII

În urma experienţelor a reieşit că granulele de feldspat prezente în nisipurile cuarţoase au avut aproape în întregime o suprafaţă exfoliată, adesea foarte bogată în caolin şi peliculă de oxizi de fier. De fapt, starea suprafeţei granulelor de feldspat conţinute de nisipuri determină într-o măsură destul de apreciabilă comportarea acestora în flotaţie.

În funcţie de compoziţia mineralogică a materialului nisipos, starea suprafeţelor granulelor de feldspat poate fi diferită şi de aceea, pentru nisipuri de diverse provenienţe, se obţin rezultate diferite chiar prin aceleaşi condiţii de lucru.

Bibliografie

[1] Klassen V.I., Mocrousov V.A. : *Vvedenie v teoriu flotaţii.* Moskva, Gosgortehizdat, 1960.

[2] Meitina V.A. : *Ulucişenie caciestva stecolinîh pescov metodom flotoottirchi.* Dissertaţionaia rabota, Moskva, 1949.

[3] Badea M. : *Isseledovanie stecolinîh pescov slojnovo sostava-na primere pescov mestrorojdenia Văleni de Munte.* Dissertaţionaia rabota, Moskva, 1964.

[4] Badea M. : *Contribuţii la studiul procesului de preparare a nisipurilor cuarţoase prin metoda abraziunii.* Studii şi cercetări metalurgice, tom 10, nr. 2, 1965.

[5] Badea M. *şi* Trapcea G.: *Prepararea nisipurilor cuarţoase pe spirale separatoare*, Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 5, 1967.

[6] Danilova E.V. : *Flotaţia necatorîh nesulifidnîh mineralov cationîmi reaghentami.* Institut Mehanobr., Otciot, 1948.

Folosirea argilei refractare de Boteşti pentru fabricarea gresiei ceramice

R. Abramovici şi M. Enache

Laboratorul de tehnologie ceramică
al Facultăţii de chimie industrială Timişoara

Datorită proprietăţilor lor specifice, produsele vitrifiate ocupă un loc important printre materialele folosite în construcţii şi în industrie, în condiţii în care ele trebuie să reziste unor solicitări mecanice şi chimice însemnate.

Materia primă principală pentru folosirea produselor de gresie ceramică o constituie argilele greu fuzibile sau refractare cu interval de vitrifiere mare şi temperatură de vitrifiere scăzută. Întrucît argilele care să corespundă în întregime acestor condiţii şi în acelaşi timp şi altor cerinţe tehnologice, ca plasticitate, contracţie şi altele, sînt relativ puţin frecvente se folosesc amestecuri de argile refractare sau greu fuzibile, adaosuri de feldspat, magnezit, nisip cuarţos şi altele.

Folosirea unor mase cu mai multe componente complică însă procesul tehnologic, afectînd şi latura lui economică. Renunţarea la masele complexe reprezintă în consecinţă un avantaj evident.

Pornind de la această constatare, precum şi de la rezultatele unor încercări efectuate anterior asupra argilei de Boteşti, a fost întreprins un studiu avînd ca scop cercetarea posibilităţii de valorificare a acestor argile pentru obţinerea gresiei ceramice, studiu ale cărui rezultate sînt redate în lucrarea de faţă.

I. DATE CUNOSCUTE

După cum reiese din datele analizelor şi încercărilor efectuate într-o serie de întreprinderi (C. M. Reşiţa, ICEM Bucureşti şi altele), argila refractară de Boteşti are următoarele caracteristici :

— Compoziţia chimică arătată în tabela 1.

Tabela 1

P.C.%	SiO_2%	Al_2O_3%	Fe_2O_3%	TiO_2%	CaO%	MgO%	K_2O%	Na_2O%
10,66—13,32	45,93—62,50	29,08—36,00	3,08—5,49	0,41—0,67	0,76—1,05	1,90—2,28	2,29—2,61	0,40—0,69

— Refractaritatea : 1 610 — 1 710° C.

— Plasticitatea după Pfefferkorn : 31,0 — 35,5.

Studiul microscopic pune în evidenţă fragmente de feldspat în parte alterat, granule de cuarţ, incluziuni rare de limonit, hematit, muscovit, înglobate într-o masă caolinoasă cu aspect pămîntos.

II. DATE PROPRII

Studiul întreprins s-a axat pe două direcţii : determinarea naturii mineralogice a argilei de Boteşti şi cea a posibilităţii de valorificare a ei în vederea fabricării gresiei ceramice, în special a plăcilor de gresie.

Materialul folosit pentru cercetare a provenit din două loturi obţinute la un interval de circa 3 luni.

În vederea stabilirii naturii mineralogice a argilei s-a folosit analiza termică diferenţială, termogravimetrică, dilatometrică şi roentgenografică.

În figura 1 sînt redate curbele dilatometrice ale unui illit impur [1], a unei argile caolino-illitice, preponderent caolinice [2] şi a argilei de Boteşti. Curba *1* prezintă o creştere continuă caracteristică pînă la 700° C, după care urmează o scădere puternică, ce se accentuează la 800° C. Curba argilei caolino-illitice (bravaisitului) *2* creşte uniform pînă la 485° C, temperatură la care se produce prima contracţie puternică provocată de îndepărtarea apei de constituţie şi descompunerea reţelei cristaline a caolinitului. Contracţia este anihilată de dilatarea micei hidratate, care conferă părţii a doua a curbei alura crescătoare caracteristică illitului. Urmează contracţia puternică, comună atît illitului, cît şi caolinitului.

Curba dilatometrică a argilei de Boteşti, *3*, prezintă inflexiunea caracteristică caolinitului, precum şi alura crescătoare deasupra temperaturii de 500° C provocată de dilatarea illitului.

Din confruntarea alurii celor trei curbe se poate conchide asupra naturii preponderent illitice a argilei studiate.

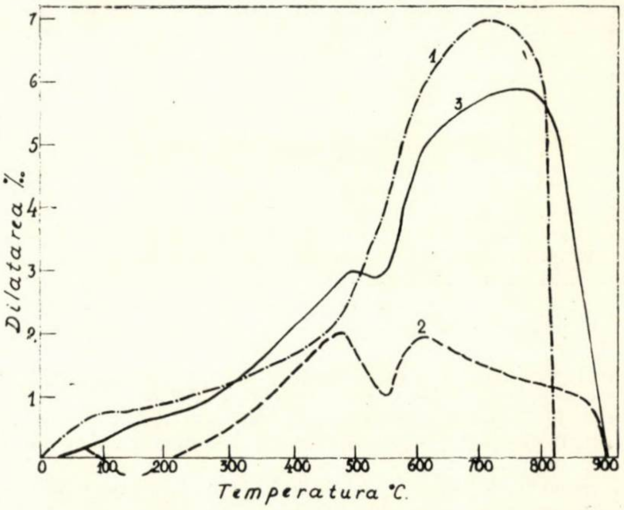


Fig. 1

Analiza termică diferenţială a scos în evidenţă efecte termice caracteristice, atît pentru illit, cît şi pentru caolinit.

Astfel, primul efect endoterm al illitului (fig. 2) se manifestă şi pe curba argilei de Boteşti *1* prin minimul corespunzător, care însă, în cazul de faţă, este puternic aplatizat. Minimul mai accentuat între 500—600° C este caracteristic pentru caolinit.

În figura 3 este dată pentru comparaţie termograma cunoscutei argile monotermitice de Ceasov-Iar (U.R.S.S.) [3]. Denumirea de monotermit se referă la argile micacee [4]. Termenul este folosit mai ales în U.R.S.S., fiind considerat sinonim cu cel de illit. Ambii termeni se referă la produsele hidrolizei parţiale a muscovitului [5].

Alura generală a curbei termice diferenţiale *1* este asemănătoare cu cea a argilei de Boteşti. Efectul endoterm corespunzător illitului este mai puternic şi mai distinct; cel de al doilea efect (caolinit), este mai slab în comparaţie cu cel al argilei de Boteşti, ceea ce se datoreşte faptului că argila de Ceasov-Iar este mai bogată în monotermit.

Pe curba diferenţială a argilei de Boteşti se observă o serie de efecte endo- şi exoterme ale căror corespondente mineralogice nu au putut fi stabilite fără echivoc.

Curba pierderii în greutate *2* are şi ea o alură asemănătoare cu cea a argilei de Ceasov-Iar. Îndepărtarea apei de constituţie din caolinit corespunde bine cu efectul endoterm, ceea ce reiese şi mai clar la curba termogravimetrică diferenţială *3* (fig. 2).

Din comparaţia datelor de mai sus reiese natura mineralogică apropiată a argilei de Boteşti cu cea de Ceasov-Iar, asemănare care se exprimă (deşi nu concludent) şi prin limitele

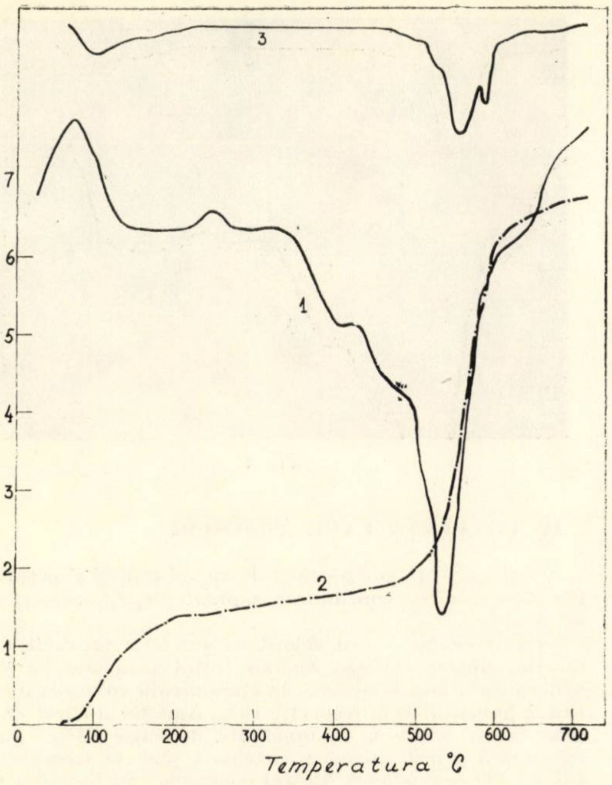


Fig. 2

apropiate între care variază compoziţia lor chimică. Principalele deosebiri în acest sens sînt reprezentate de proporţiile mai ridicate de Fe_2O_3 (3,08—5,49% faţă de 1,02—1,80%) şi MgO (1,90—2,28% faţă de 0,04—0,83%) ale argilei de Boteşti [6].

Analiza roentgenografică * a furnizat datele din tabela 2.

Datele analizei roentgenografice indică un conţinut predominant de illit, alături de care se găsesc în proporţii clar decelabile cuarţ şi caolinit.

În vederea determinării naturii unora dintre componentele mineralogice însoţitoare aflate în proporţii reduse în argila studiată şi care din această cauză nu au fost sesizate prin metodele de cercetare folosite, au fost separate fracţiunile cu dimensiuni mai mari de 60 μ (care constituie 4,65% din argilă) şi cercetate la microscop.

Fracţiunile cercetate conţin în cantitate apreciabilă feldspat în parte alterat, cuarţ şi în cantităţi reduse muscovit, biotit, oxizi şi hidroxizi de fier. S-a constatat de asemenea prezenţa sporadică a piritei.

Fig. 3

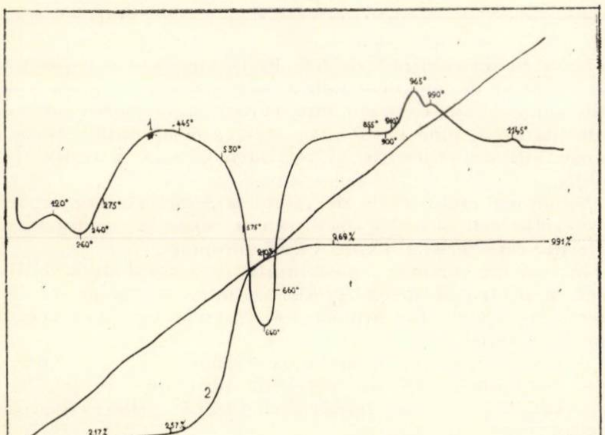


Tabela 2

d	Intensitatea	Mineralul		
10,00	Mare	Illit		
7,19	Medie			Caolinit
4,47	Mare	Illit		
3,35	Mare	Illit	Cuarţ	
2,56	Medie	Illit		Caolinit
2,49	Mică			Caolinit
2,33	Medie			Caolinit
2,13	Mică	Illit	Cuarţ	
1,99	Medie	Illit	Cuarţ	
1,82	Medie		Cuarţ	
1,54	Mică		Cuarţ	
1,50	Medie	Illit		

III. ÎNCERCĂRI FIZICO-CERAMICE

Refractaritatea a fost determinată în cuptorul cu gaz şi oxigen conform STAS 124—58. Refractaritatea găsită a fost de 1 710° C.

Determinarea temperaturii de vitrifiere a fost efectuată pe cilindri cu diametrul de 35 mm şi înălţimea de 30—32 mm obţinuţi prin presare semiuscată la presiunea de 300 kg/cm². Arderea s-a făcut în cuptorul electric cu bare de silită la temperaturile indicate în tabela 3. Pentru fiecare temperatură s-a menţinut un palier de 2 ore. Saturarea cu apă a epruvetelor arse s-a făcut sub vid (presiunea remanentă 50 mm col. Hg).

Tabela 3

Temperatura de ardere °C	Capacitatea de absorbţie %
1 100	1,42
1 120	0,96
1 140	0,76
1 160	0,65
1 180	0,65
1 200	0,72
1 250	0,83
1 300	1,54

După cum reiese din datele din tabela 3, compactitatea maximă este atinsă la 1 160° C. Epruvetele arse peste temperatura de 1 250° C au prezentat umflături mici la suprafaţă.

Intervalul de vitrifiere este suficient de mare pentru arderea pînă la vitrifiere în cuptoarele industriale.

Avîndu-se în vedere mai întîi folosirea argilei cercetate pentru fabricarea plăcilor, încercările următoare au fost efectuate asupra unor mase cu conţinut de apă corespunzător fasonării prin presare semiuscată.

Argila uscată a fost mărunţită pînă la trecerea completă prin sita cu 142 ochiuri pe cm² şi apoi amestecată cu apă în diverse proporţii, dintre care cea optimă s-a dovedit a fi cea de 7%. Presarea s-a efectuat la o presă hidraulică la presiunea de 400 at. Dimensiunile plăcilor, imediat după presare, au fost de 84,2 × 85,2 × 8...10 mm. Plăcile uscate au fost arse în poziţie verticală în cuptorul electric, avînd barele de silită dispuse sub vatră şi sub boltă. Temperatura maximă de ardere — 1 160° C — a fost menţinută timp de o oră. Durata ridicării temperaturii a fost de 6—7 ore, cea a răcirii de 18—20 de ore.

Plăcile obţinute după ardere au fost plane şi fără deformări. Fisuri foarte fine au fost constatate numai la cîteva plăci şi numai în partea îndreptată spre barele de silită. La plăcile degresate (vezi mai jos) nu s-a observat nici un caz de fisurare

---

* Analiza roentgenografică a fost efectuată de ing. R. Cipău, căruia îi exprimăm mulţumirile noastre.

Culoarea plăcilor arse la temperaturile arătate în tabela 3 a variat după cum urmează :

1 100°C — galben deschis,
1 120°C — galben deschis cu o uşoară nuanţă cenuşie,
1 140°C — bej cu o uşoară nuanţă cenuşie,
1 160°C — bej cu o uşoară nuanţă cenuşie,
1 180°C — bej cu o uşoară nuanţă cenuşie,
1 200°C — bej cu o uşoară nuanţă cenuşie,
1 250°C — bej spre cenuşiu cu puncte negre şi albe,
1 300°C — cenuşiu.

Se constată că între 1 120 şi 1 200°C, deci în domeniul de temperatură în care capacitatea de absorbţie a plăcilor este mai mică de 1 %, culoarea rămîne practic neschimbată. La lovire, plăcile au dat un sunet net metalic, spărtura a fost uniformă şi fără stratificaţii. Asupra plăcilor arse au fost efectuate încercările arătate mai jos, ale căror rezultate sînt redate în tabela 4.

Tabela 4

Caracteristici	Condiţii tehnice STAS 5939 – 65	Valori determinate
Contracţia totală, %	—	8,4
Capacitatea de absorbţie de apă, %	După categoriile de plăci max. 1,5—3,5	0,8
Greutatea specifică aparentă, g/cm^3	2,40	2,5
Rezistenţa la uzură, g/cm^2	max. 0,29	0,28
Duritatea, scara Mohs	min. 5	7
Coef. dilatare liniară între 20—100°C, grd^{-1}	$4{,}5 \ldots 8 \times 10^{-6}$	$1{,}9 \times 10^{-6}$
Rezistenţa la acizi insolubili, %	min. 96	100
Rezistenţa la alcalii insolubile, %	min. 80	100
Rezistenţa la îngheţ-dezgheţ	Fără exfolieri şi pierderi de greutate	Fără exfolieri şi pierderi de greutate

— Contracţia totală (la 1 160°C) a fost măsurată pe cinci plăci cu dimensiunile arătate mai sus.

— Greutatea specifică aparentă a fost determinată pe cinci plăci al căror volum a fost obţinut prin calcul.

— Absorbţia de apă a fost determinată pe plăcile folosite pentru determinarea greutăţii specifice aparente (STAS 451—61).

— Rezistenţa la uzură a fost determinată pe cîte cinci plăci la aparatul Böhme, la o sarcină de 0,6 kgf/cm^2 suprafaţă de uzură (STAS 451—61).

— Coeficientul mediu de dilatare liniară între 20—100°C a fost determinat pe o baghetă paralelipipedică cu lungimea de 62 mm obţinută dintr-o placă arsă la 1 160°C. Determinarea a fost efectuată la dilatometrul Ulbricht, construcţie Weiss.

— Determinarea durităţii a fost efectuată prin zgîriere cu mineralele cuprinse în scara Mohs (STAS 233—62).

— Rezistenţa la îngheţ-dezgheţ a fost determinată într-un răcitor (+40 pînă la —35°C) prin efectuarea a 20 de cicluri de la + 15 la —15°C (STAS 1137—59).

— Rezistenţa la acizi şi alcalii a fost determinată prin tratarea plăcilor pe baia de apă cu HCl 13 %, respectiv cu NaOH 5 % în condiţiile prevăzute în STAS 815—65.

Din materialul ars la 1 160°C a fost confecţionată o secţiune subţire, care, cercetată la microscop, a evidenţiat microstructura tipică a gresiei ceramice. Sectoarele vitroase cuprind în majoritatea lor aglomerări fără formă definitivă de resturi argiloase, colorate în galben pînă la brun de către compuşii ferici. Se observă de asemenea relicte de cuarţ cu contururi nete. În unele sectoare vitroase se observă cristale aciculare împîslite de mulit (fig. 4).

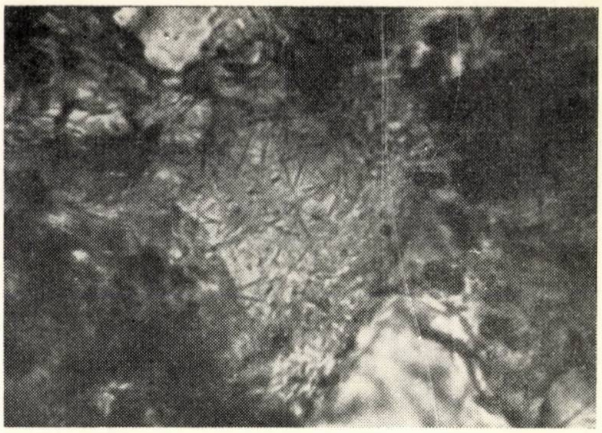


Fig. 4

IV. INFLUENŢA UNOR ADAOSURI

A fost urmărită comportarea în cursul arderii şi proprietăţile unor plăci cu conţinut de colorant (Fe_2O_3), respectiv de degresant.

Drept colorant a fost folosit oxidul feric provenit de la fabrica chimică Orăştie. Oxidul trecut prin sita cu 4 900 ochiuri/cm^2 a fost amestecat în stare uscată cu argila mărunţită în proporţie de 5, respectiv 10 %. Amestecul a fost umezit pînă la un conţinut de umiditate de circa 22 %. Partea frămîntată a fost uscată şi măcinată pînă la trecerea prin sita cu 144 ochiuri/cm^2. Restul operaţiilor au fost executate în modul descris anterior.

Plăcile obţinute după ardere au avut o coloraţie roşie închisă. Diferenţa de nuanţă între plăcile cu conţinut de 10 % Fe_2O_3 şi cele cu 5 % Fe_2O_3 a fost mică.

Degresantul folosit a fost argila de Boteşti şamotizată la 1 160°C şi mărunţită pînă la trecerea prin sita cu 3 844 ochiuri/cm^2.

Conţinutul optim de apă a fost mai redus ca în cazurile anterioare şi anume de 6,2 % pentru plăcile cu 10 % şamotă şi de 5,9 % pentru cele cu 20 % şamotă.

Coloraţia plăcilor nu a diferit de cea a celor fără degresant.

Tabela 5

Proporţia de adaos %		Contracţia totală la 1 160 °C %	Absorbţia de apă %	Greutatea spec. aparentă g/cm^3	Rezistenţa la uzură g/cm^2
Fe_2O_3	5 %	8,6	0,4	2,5	2,29
Fe_2O_3	10 %	8,9	0,1	2,6	0,27
Şamotă	10 %	7,8	0,8	2,5	0,28
Şamotă	20 %	6,4	0,9	2,4	0,30

Masa cu un conţinut de 5 % Fe_2O_3 prezintă o capacitate de absorbţie de apă mai redusă decît masa fără adaos, celelalte caracteristici fiind similare. O dată cu creşterea conţinutului de Fe_2O_3 pînă la 10 % se observă o anumită scădere a capacităţii de absorbţie şi creşterea uşoară a contracţiei totale.

Masele cu conţinut de degresant se caracterizează printr-o contracţie mai scăzută decît cea a maselor nedegresate, celelalte caracteristici avînd valori apropiate.

În vederea cercetării posibilităţii de a folosi argila de Boteşti şi pentru obţinerea gresiei ceramice antiacide au fost efectuate suplimentar următoarele încercări specifice acestui tip de material :

— stabilitatea faţă de acţiunea acizilor 99,8 %
— stabilitatea faţă de acţiunea alcaliilor 96,7 %
— stabilitatea la şoc termic (140—15°C) : primele fisuri au apărut după 19 cicluri.

Încercările au fost efectuate conform STAS 3050—52 asupra unor plăci fără adaosuri obţinute în modul descris în capitolul Încercări fizico-ceramice.

V. CONCLUZII

Ca rezultat al studiului dilatometric, termogravimetric, termic diferențial, roentgenografic și microscopic s-a stabilit natura predominant illitică a argilei de Botești.

Au fost efectuate încercări fizico-ceramice vizînd principalele proprietăți tehnologice ale argilei. Rezultatele referitoare la temperaturi de vitrifiere, interval de vitrifiere, rezistențe la uzură, absorbție de apă, contracție totală, rezistență la acizi și alcalii, comportare la îngheț-dezgheț recomandă argila de Botești drept materie primă pentru fabricarea produselor de gresie ceramică (gresie antiacidă, plăci etc.). Trebuie subliniat faptul că argila nu necesită adaosuri fondante sau degresante și că proiectarea fluxului tehnologic se poate baza pe folosirea masei constînd numai din argilă umezită, ceea ce simplifică considerabil procesul tehnologic.

Folosirea argilei de Botești pentru fabricarea produselor de gresie ceramică ar constitui o valorificare avantajoasă, atît din punct de vedere tehnic, cît și economic.

Bibliografie

[1] Jouenne C.A. : *Ceramique générale. Notions de phisico-chimie*, vol I, Paris Ed. Gautier-Villars, 1960.

[2] Jouenne C.A. : *Idem*

[3] Duderov G.H. : *Objig spekaiuscihsia keramiceskih mass*. Promstroizdat, 1967

[4] Caillere S., Henin S. : *Mineralogie des argiles*, Paris, Masson, 1963.

[5] Betehtin A.G. : *Curs de mineralogie*, București, Ed. tehnică, 1963.

[6] Avgustinik A.I. : *Keramika*. Promstroizdat, 1957.

NOTE

Aspecte privind utilizarea aliajelor de aluminiu la realizarea elementelor și structurilor de rezistență

Ing. Dinu Niculescu

INCERC

În 1969—1972 urmează a se construi în țara noastră o nouă unitate de producție care va completa industria aluminiului.

Această unitate va fi o uzină de prelucrare a aluminiului ale cărei produse variate vor permite ca, într-un timp relativ scurt, această tînără industrie din țara noastră să ajungă la maturitate.

Fiind o continuare logică a investițiilor începute prin realizarea fabricii de alumină de la Oradea și a uzinei de aluminiu de la Slatina, această nouă unitate industrială va transforma blocurile, plăcile și barele produse de actuala uzină de la Slatina, în table, platbande, benzi, folii, profile, țevi.

După prevederile studiului tehnico-economic al acestei uzine de prelucrare a aluminiului, elaborat la Institutul pentru proiectări de laminoare din București, produsele care se vor realiza vor putea fi obținute dintr-o gamă largă de aliaje de aluminiu.

Aceste produse vor permite să se realizeze și în țara noastră elemente și structuri portante de aluminiu, care vor prezenta anumite avantaje tehnico-economice față de soluțiile utilizate pînă în prezent.

Pentru a putea avea o idee generală despre *caracteristicile geometrice și mecanice ale viitoarelor produse, care vor interesa realizarea elementelor și structurilor portante*, este suficient să se arate următoarele :

a) Caracteristicile lor mecanice vor fi comparabile cu acelea ale oțelurilor de construcții.

b) Se vor fabrica produse plate (table, platbande, benzi) cu următoarele caracteristici geometrice :

— table subțiri de 0,3 — 2,8 mm, cu lățimi de pînă la 1 500 mm și lungimi de cca 6 000 mm ;

— table cu grosimi mijlocii de 3 — 5 mm, cu lățimi de pînă la 1 500 mm și lungimi de cca 6 000 mm ;

— table cu grosimi de peste 5 mm, cu lățimi de 1 500—3 000 mm și lungimi de cca 4 000 mm.

c) Se vor fabrica prin extrudare profile de rezistență L, I, [, T, a căror grosime minimă de perete va fi de cca 2 mm, iar dimensiunea maximă a gabaritului secțiunii transversale va fi inscriptibilă într-un cerc cu diametrul de cca 280 mm. Lungimea obișnuită a acestor profile, depinzînd și de aria secțiunilor transversale, va fi de 4 000—6 000 mm. În cazuri speciale vor putea atinge 10 000 mm lungime.

Cu toate că majoritatea elementelor de construcții realizate avantajos din aliaje de aluminiu nu sînt elemente portante, experiența din țările în care industria de aluminiu are vechime de cîteva zeci de ani a demonstrat că există anumite elemente și structuri metalice portante la care soluțiile din aliaje de aluminiu prezintă evidente avantaje față de soluțiile clasice.

Aceste avantaje sînt, fie de ordin tehnic, fie de ordin economic.

Competiția dintre aliajele de aluminiu și celelalte materiale de construcții se termină avantajos pentru primele în cazul elementelor și structurilor portante, în general în acele cazuri în care trei dintre caracteristicile aliajelor de aluminiu devin hotărîtoare în alegerea soluției.

Aceste trei caracteristici de bază sînt :

— greutatea specifică redusă (cca 1/3 din cea a oțelului) ;

— rezistența deosebită la acțiunea corosivă a diverselor medii atmosferice sau substanțe ;

— absența cedării casante la temperaturi scăzute.

Cele mai cunoscute aplicații realizate cu succes în alte țări, în acest domeniu, sînt prezentate pe scurt în cele ce urmează.

Cu excepția panourilor autoportante de învelitoare și a șarpantelor (pane, grinzi cu zăbrele sau cu inimă plină, contravînturi), pentru acoperișurile halelor metalice exploatate în medii atmosferice agresive, în toate celelalte cazuri avem de-a face cu elemente și structuri metalice speciale.

Astfel, s-au realizat avantajos din aliaje de aluminiu : stîlpi de susținere pentru rețele electrice aeriene, pentru instalații de iluminat, rezervoare pentru produse petrolifere, pentru gazele lichefiate, acoperișuri din structuri tridirecționale din bare, cupole geodezice, precum și o serie de elemente și structuri metalice mobile, cum ar fi brațe de macara, portale, grinzi și poduri rulante, poduri basculante de șosea sau de cale ferată etc.

Pentru majoritatea elementelor și structurilor menționate, soluțiile din aliaje de aluminiu devin competitive cu soluțiile din alte materiale, în special datorită greutății proprii reduse a soluțiilor din aluminiu.

Sporirea capacității utile de ridicare sau creșterea razei de acțiune la aceeași încărcare utilă, micșorarea consumului de energie electrică pentru acționare (deci reducerea cheltuielilor de exploatare), reducerea consumului de oțel în structurile portante sînt principalele efecte avantajoase ale utilizării aliajelor de aluminiu la structurile mobile sau la cele de susținere.

Unul dintre motivele importante pentru care soluțiile din aliaje de aluminiu ale elementelor metalice menționate concurează cu succes soluțiile din oțel ale acelorași elemente este marea rezistență la coroziune a aliajelor de aluminiu.

Durabilitatea mare a soluțiilor din aluminiu, cu cheltuieli mici de întreținere, devine, în cazul unor condiții mai speciale de exploatare cum sînt atmosferele industriale sau marine corosive ori păstrarea unor substanțe corosive (produse petrolifere, diverși acizi, săruri, apă oxigenată etc.), motiv determinant în alegerea soluției din aluminiu.

În fine, un alt motiv pentru care soluțiile din aluminiu sînt preferate altor soluții din oțel este acela că la aliajele de aluminiu nu apare periculosul fenomen de cedare casantă la temperaturi joase. Acest ultim avantaj este hotărîtor în adaptarea soluției pentru elementele metalice solicitate dinamic și exploatate în regiuni al căror climat înregistrează temperaturi scăzute și în mod special pentru rezervoarele de gaze lichefiate (unde temperaturile de —180° pînă la —200° sînt obișnuite).

Comportarea, calculul și proiectarea elementelor și structurilor portante din aliaje de aluminiu prezintă multe aspecte complexe, unele moștenite chiar de la elementele și structurile portante din oțel, unde mai sînt destule subiecte insuficient adîncite, altele apărute ca urmare a caracteristicilor aliajelor și produselor din aliaje de aluminiu.

Unul dintre primele aspecte de proiectare, care merită să fie abordat, este acela al alegerii mărcii de aliaj potrivită scopului dorit.

Evident că, pentru elementele și structurile portante, unde caracteristicile fizico-mecanice ale materialului ocupă un loc deosebit de important, inginerul proiectant va fi tentat să se îndrepte spre aliajele cu caracteristici mecanice superioare, dorind să obțină secțiuni cît mai reduse, care să pună mai bine în valoare avantajul greutăților proprii mici ale elementelor portante din aluminiu.

Alegerea unor aliaje cu rezistențe mecanice ridicate s-ar îndrepta astfel spre aliaje de tipul Al—Cu—Mg și Al—Zn—Mg.

Aceste tipuri de aliaje fac parte dintre cele care au fost prevăzute să se producă la viitoarea uzină de prelucrare a aluminiului din țara noastră.

Dintre aliajele de acest tip, la construcțiile portante realizate în alte țări s-au folosit mărci a căror limită de curgere variază între 4 000 și 5 000 kgf/cm^2.

Dintre aliajele de tip Al—Cu—Mg (duraluminiuri), cel mai utilizat, din care se fabrică table și profile destinate elementelor de rezistență, este aliajul avînd cca 3,9 —5,0% Cu și 0,2 — 0,8% Mg; marca reprezentativă pentru acest tip de aliaj este aceea simbolizată în S.U.A. cu 2 014—T6 [2].

Limita de curgere ($\sigma_{0,2}$) a acestui aliaj este de cca 4 200 kgf/cm^2, rezistența lui de rupere de cca 4 900 kgf/cm^2, iar alungirea de cca 13%.

Pentru un coeficient de siguranță de cca 1,6, raportat la σ_c, rezistența admisibilă a acetui aliaj este 2 600 kgf/cm^2.

Dintre aliajele de tipul Al—Zn—Mg, cel mai utilizat aliaj din care se fabrică table și profile de rezistență este cel care are cca 5,1 — 6,1% Zn și cca 2,1 — 2,9% Mg; marca reprezentativă pentru acest tip de aliaj este aceea simbolizată în S.U.A. cu 7 075—T6 [2].

La acest aliaj, $\sigma_c \approx 5\,000$ kgf/cm^2, $\sigma_r \approx 5\,900$ kgf/cm^2, iar alungirea la rupere este de cca 11%.

Rezistența admisibilă la compresiune, întindere și încovoiere a acestui aliaj este (pentru același $c = 1,6$) de cca 3 100 kgf/cm^2.

Astăzi, aceste aliaje, ca și cele care vor fi menționate în continuare, se fabrică în toate țările care au industrie de aluminiu.

Pentru inginerul constructor interesat în realizarea elementelor metalice portante din aliaje de aluminiu, dintr-un motiv care va fi arătat în continuare, prezintă un interes deosebit grupa aliajelor cu caracteristici mecanice medii ($\sigma_c \approx 2\,000 - 3\,000$ kgf/cm^2).

Aliajele cu rezistențe mecanice medii, utilizate la astfel de elemente, fac parte din categoriile de aliaje de tipul Al— Mg—Si și Al—Mg.

Dintre aliajele de tip Al—Mg—Si, acela care conține cca 0,8 — 1,2% Mg și 0,4 — 0,8% Si are o largă utilizare la realizarea elementelor portante; marca reprezentativă pentru acest aliaj este simbolizată în S.U.A. cu 6 061—T6 [1][2].

Avînd $\sigma_c \approx 2\,600$ kgf/cm^2, $\sigma_r \approx 3\,000$ kgf/cm^2 la o alungire la rupere de aproximativ 12%, secțiunile elementelor executate din acest aliaj pot fi considerate ca avînd rezistențe admisibile la compresiune, întindere și încovoiere de cca 1 600 kgf/cm^2.

Dintre aliajele de tip Al—Mg, cel mai apreciat pentru elementele portante este acela care conține cca 4 — 4,5% Mg; marca reprezentativă pentru acest aliaj este simbolizată în S.U.A. cu 5 083—H 113 și are $\sigma_c \approx 2\,400$ kgf/cm^2, $\sigma_r \approx 3\,300$ kgf/cm^2, iar alungirea la rupere de cca 16% [1] [2].

Înainte de a face considerații în legătură cu alegerea uneia sau a alteia dintre mărcile de mai sus, este necesar să arătăm și alte caracteristici ale acestor aliaje.

În privința rezistenței la coroziune trebuie spus că aliajul de tip Al—Mg—Si este deosebit de apreciat.

Aliajele de tip Al—Cu—Mg sînt considerate printre aliajele de aluminiu care au cea mai mică rezistență la coroziune. Din acest punct de vedere, nici aliajele de tipul Al—Zn—Mg nu stau mult mai bine.

Aliajele de tip Al—Mg sînt considerate ca făcînd parte dintre aliajele de aluminiu avînd o comportare medie la coroziune.

O altă caracteristică interesantă de precizat pentru aliajele menționate este aceea a sudabilității lor.

Aliajele de tip Al—Zn—Mg și Al—Mg au o sudabilitate foarte bună, în timp ce aliajele de tip Al—Mg—Si au o sudabilitate medie, iar cele de tip Al—Cu—Mg sînt greu sudabile. Pentru acestea din urmă, majoritatea prescripțiilor de proiectare existente nu acceptă sudura ca mijloc de îmbinare a elementelor portante.

Modulul de elasticitate poate fi luat ca fiind egal cu 7,1 . 10^5 kgf/cm^2 (deci aproximativ 1/3 din cel al oțelului de construcții) pentru toate aliajele menționate *.

Din experiența dobîndită în alte țări în privința realizării de elemente și structuri portante rezultă că, în majoritatea cazurilor, proiectantul de elemente portante din aliaje de aluminiu preferă să adopte ca material aliajele de tip Al— Mg—Si [2].

Preferința aceasta nu este întîmplătoare: produsele realizate din aceste aliaje (profile, table) sînt mai ieftine **decît acelea fabricate din aliajele cu rezistențe mecanice mai mari, iar uzinarea elementelor realizate din aceste aliaje este mai ușoară.

Măsurile de asigurare a stabilității locale și generale a secțiunilor elementelor realizate din aliaje cu rezistențe mecanice ridicate reduc mult din avantajul apărut în faza de predimensionare.

În acest sens poate fi dat un exemplu foarte simplu. În cazul compresiunii centrice cu flambaj, coeficientul de flambaj φ pentru două bare avînd același λ, de exemplu 60, are valoarea aproximativă 0,6 în cazul folosirii mărcii 6 061—T6 și 0,45 în cazul folosirii aliajului 7 075—T6. Sau, în alt fel spus, la același coeficient de flambaj, prima bară rezultă cu un λ de cca 60, iar cea de a doua bară are $\lambda \approx 47$.

În cazul barelor întinse, avantajele utilizării unor aliaje cu rezistențe mecanice ridicate sînt reale și apreciabile.

Un ultim avantaj al alegerii aliajelor de tip Al—Mg—Si ar fi acela al extrudabilității lor ușoare, net mai bune decît aceea a profilelor executate din aliaje cu rezistențe mecanice ridicate.

Aliajelor de tip Al—Mg—Si (mărcile echivalente cu 6 061—T6),atunci cînd sînt folosite la elemente portante, li se reproșează doar o sudabilitate mai puțin bună decît aceea a aliajelor de tip Al—Zn—Mg sau Al—Mg.

Din această cauză, în cazul construcțiilor sudate importante este preferabilă adoptarea aliajelor echivalente cu mărcile 5 083—H 113 sau 7 075—T6 [1] [2[.

Dacă cele arătate în prima parte a articolului cu privire la gama de semifabricate plate care urmează a fi produsă de viitoarea uzină de prelucrare a aluminiului din țara noastră nu mai necesită completări, în legătură cu *sortimentul general de profile extrudate* care va putea fi utilizat la realizarea elementelor şi structurilor metalice portante este cazul să se facă unele completări şi precizări.

---

* In realitate, aliajele Al-Cu-Mg și Al-Zn-Mg au modulul de elasticitate puțin mai mare; diferența fiind însă relativ mică (7,1 · 10^5 — 7,3 · 10^5 kgf/cm^2), în proiectarea curentă se acceptă valoarea de 7,1 · 10^5 kgf/cm^2.

** Extrudabilitate mai bună, elemente de aliere mai ieftine.

Deşi tehnologia modernă de fabricare prin extrudare a profilelor din aliaje de aluminiu permite obţinerea unei game largi ca formă şi dimensiuni, existenţa unui sortiment minim de profile simplifică problemele de fabricare, de proiectare şi de uzinare.

Acest sortiment de profile conţine un număr redus de profile diferite, a căror formă, în principiu, nu este deosebită de aceea a profilelor din oţel.

Astfel, din sortimentul general de profile de rezistenţă extrudate din aliaje de aluminiu, fac parte patru profile :

— cornierele (cu aripi egale şi inegale) ;

— profilele I (I-uri şi H-uri cu tălpi mai dezvoltate) ;

— profilele [;

— profilele T.

Pe lîngă profilele menţionate, care sînt fabricate în mod obişnuit şi din oţel, sortimentul profilelor din aliaje de aluminiu mai cuprinde şi profilele cu muchii îngroşate, denumite curent profile cu bulb. Avînd evidente avantaje în privinţa stabilităţii generale şi locale, aceste profile permit reducerea consumului de material cu cca 8 — 12%.

Pentru că problemelor de stabilitate generală şi locală trebuie să li se acorde o mai mare atenţie în cazul secţiunilor din aliaje de aluminiu, sortimentul de profile din aluminiu trebuie să găsească, din punctul de vedere al formei şi dimensiunilor, soluţii mai raţionale decît acelea din actualul sortiment de profile din oţel.

Principalele criterii pe baza cărora poate fi elaborat sortimentul general de profile din aliaje de aluminiu sînt :

— tehnologia de extrudare ;

— economicitatea, rezistenţa şi stabilitatea ;

— tehnologia de uzinare a elementelor de construcţie.

După primul criteriu, forma şi dimensiunile profilelor din sortiment trebuie să corespundă capacităţii şi caracteristicilor de fabricaţie ale utilajelor din secţia de extrudare a uzinei de prelucrare.

Astfel, capacitatea presei de extrudare delimitează dimensiunea maximă a gabaritului profilelor (sau, cu alte cuvinte, diametrul maxim circumscribil profilelor depinde de capacitatea — forţa — de presare).

La presele de 3 500 t capacitate, cam cît se prevede actualmente pentru presa de extrudare a viitoarei uzine de prelucrare a aluminiului din ţara noastră, profilele trebuie să fie inscriptibile într-un cerc cu diametrul maxim de 280 mm.

Aria secţiunii transversale a profilelor şi lungimea lor (care, evident, depinde şi de aria secţiunii transversale a profilelor) sînt şi ele în funcţie de capacitatea presei. Aria secţiunii transversale a profilelor mai depinde direct şi de capacitatea presei de îndreptare (prin întindere în domeniul plastic) a profilelor. În fine, lungimea de fabricaţie a profilelor depinde şi de dimensiunea cuptoarelor de tratament.

Un alt element important, şi anume grosimea minimă a pereţilor profilelor, depinde de mai mulţi factori. Marca de aliaj, mărimea diametrului cercului în care este inscriptibil profilul şi forma profilului sînt cei mai importanţi dintre aceşti factori. Cu o aproximaţie destul de bună se poate spune că, pentru sortimentul de profile care îl va interesa într-un viitor apropiat, în ţara noastră, pe inginerul constructor proiectant de elemente de rezistenţă din aliaje de aluminiu, grosimea minimă poate fi considerată ca fiind cca 2 mm pentru profilele inscriptibile în Ø 60, de cca 3,5 mm pentru profilele inscriptibile în Ø 160 şi 6—7 mm pentru cele inscriptibile în Ø 280 mm.

Dintre tipurile de aliaje de aluminiu considerate mai înainte, cea mai bună extrudabilitate o are tipul Al—Mg—Si.

Deci, grosimile cele mai mici ale pereţilor profilelor şi formele complexe ale secţiunilor transversale pot fi calităţi ale profilelor extrudate din Al—Mg—Si.

Judecînd aspectele celui de al doilea criteriu, este de la început evident că profilele reprezentînd soluţia optimă sînt acelea care, în condiţiile de solicitare date, satisfac condiţiile de rezistenţă şi stabilitate cu un consum minim de material.

Aceasta înseamnă o dispunere raţională a materialului în secţiunea profilului şi o alegere justificată a dimensiunilor profilului în funcţie de condiţiile de solicitare date (natură de solicitare, valori ale eforturilor, pericol de instabilitate etc.).

Pentru profilele supuse la solicitări de compresiune sau de încovoiere, economicitatea secţiunilor este legată de raportul dintre grosimea şi dimensiunea pereţilor profilului. Valoarea limită a acestui raport este determinată de condiţiile de stabilitate locală.

Proiectarea economică a secţiunilor barelor supuse la compresiune sau încovoiere implică existenţa unei game relativ dezvoltate de profile de acelaşi tip ; numai astfel, în funcţie şi de zvelteţea (λ) barei, proiectantul poate alege profilul optim.

Cele spuse mai înainte pot fi ilustrate după cum urmează.

Economicitatea secţiunii unui profil supus la compresiune poate fi evidenţiată prin raza specifică de giraţie a profilului, înţelegînd prin aceasta valoarea raportului $i/\sqrt{A}$.

Valoarea raportului creşte o dată cu micşorarea grosimii pereţilor profilului.

În funcţie de forma profilului şi de marca aliajului, raportul dintre lăţimea pereţilor şi grosimea lor este limitat de pierderea stabilităţii locale a pereţilor, variind în acelaşi timp după zvelteţea barei.

La o secţiune de formă dată, mărimile λ, σ_{cr} şi b/t $\left(\frac{\text{lăţimea peretelui}}{\text{grosimea peretelui}}\right)$ sînt legate între ele.

Astfel, scriind $A_{nec} = \frac{N}{\sigma_{afl}} = \frac{N}{\varphi \cdot \sigma_{ac}}$ (1)

şi notînd $\frac{b}{t} = n$, $\frac{i}{b} = c$, ştiind că $\lambda = \frac{l_f}{i}$ şi considerînd că aria secţiunii transversale a profilului poate fi dată de o relaţie de forma

$$A = K.b.t, \tag{2}$$

rezultă :
$$A_{nec} = K.\frac{l_f^2}{n c^2 \lambda^2} \tag{3}$$

Ţinînd seama şi de (1), se obţine legătura

$$\frac{\sqrt{N}}{l_f} = \frac{l}{c\lambda}\sqrt{\frac{K \cdot \sigma_{ac}}{n}} \tag{4}$$

Dependenţa valorilor n de λ sau de $\frac{l_f}{b} = c\,\lambda$ şi dependenţa valorilor $\frac{N}{l_f}$ de λ şi σ_{afl} se pot reprezenta grafic. În figura 1 este arătată, în principiu, alura acestor reprezentări grafice pentru o anumită formă de secţiune.

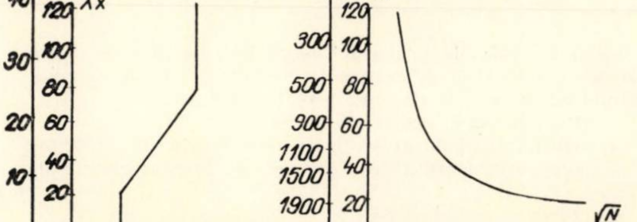
Astfel de diagrame pot uşura alegerea secţiunii optime a barelor comprimate.

Sortimentul de profile trebuie să asigure proiectantului posibilitatea alegerii unor secţiuni cît mai economice în funcţie de datele proiectului.

Ca o caracteristică a sortimentului de profile din aliaje de aluminiu trebuie amintită necesitatea existenţei profilelor cu margini întărite.

Profilele cu bulb, denumire sub care mai sînt cunoscute aceste profile cu margini îngroşate, permit reducerea grosimii pereţilor, sporind stabilitatea locală a pereţilor profilelor,

Fig. 1



putînd duce la soluții cu economii de material de 10—12% față de soluțiile cu profile fără bulb.

Informativ, se poate spune că vor putea exista la dispoziția proiectantului (după intrarea în funcțiune a secției de presare a viitoarei uzine de prelucrare a aluminiului) profile cornier cu sau fără bulb, cu grosimi de la 2 la 25 mm, cu aripi egale sau inegale mergînd pînă la 220—250 mm lățime (cu raporturi $n = \frac{b}{t}$ între 6 și 20), profile I și U echivalente dimensional cu I_{22} și U_{22} din oțel.

Privitor la îmbinările elementelor de rezistență, este cazul să se arate că pentru îmbinările de uzină, sudura sub argon (TIG sau MIG), iar pentru îmbinările de montaj bulonarea (cu buloane obișnuite sau de înaltă rezistență) vor fi principalele soluții. Excepție vor face îmbinările elementelor de rezistență executate din aliaje de tipul Al—Cu—Mg sau acelea ale unor elemente de rezistență executate din Al—Mg—Si, la care, din motive de sudabilitate mai puțin bună, se vor folosi îmbinările nituite.

Pentru prinderile elementelor executate din piese cu pereți subțiri (0,5 — 10 mm) și la care solicitările mecanice sînt mici, îmbinarea cu șuruburi autofiletante sau cu nituri speciale aplicabile cu pistoale speciale este soluția recomandabilă.

Prinderile panourilor autoportante pentru acoperișurile halelor metalice vor fi rezolvate, în majoritatea cazurilor, în acest mod.

Pînă în prezent, în țara noastră, aliajele de aluminiu nu au fost utilizate la realizarea unor elemente de rezistență decît în cazuri cu totul excepționale. Așa este, de exemplu, cazul panourilor autoportante pentru învelitoarea cupolei pavilionului Expoziției economiei naționale.

Panourile executate din aliaj de tipul Al—Mg—Si reprezintă o soluție de panou din tablă de 1,5 mm, prinsă nituit pe cîte două nervuri longitudinale realizate din profile I. Panourile obținute sînt deosebit de rigide, dar greutatea lor proprie (cca 20 kg/m^2) a rezultat relativ mare pentru o învelitoare din aluminiu.

În privința stadiului actual al studiilor și cercetărilor din țara noastră în problema utilizării aliajelor de aluminiu la realizarea elementelor și structurilor de rezistență este utilă cunoașterea unor aspecte mai importante.

În cadrul INCERC, în perioada 1965—1968, au fost elaborate lucrări privitoare la aliajele de aluminiu și îmbinările pentru elementele și structurile de rezistență.

Tot în această perioadă, în cadrul altor lucrări, s-au făcut precizări asupra aliajelor de aluminiu recomandabile de utilizat la realizarea barelor structurilor spațiale (cupole geodezice și structuri tridirecționale plane).

Pentru studiile și proiectele începute de I.P.L. în cadrul lucrărilor de proiectare a uzinei de prelucrare a aluminiului, INCERC a precizat detaliat care sînt mărcile de aliaje care vor fi necesare constructorilor; I.P.L. a prevăzut posibilitatea executării acestor aliaje și a semifabricatelor respective (extrudate sau laminate).

În afara studiilor elaborate în perioada 1965—1968, în cadrul INCERC s-au mai obținut și realizări experimentale cu caracter preliminar, cum au fost execuția mostrelor de panouri sandviș autoportante pentru acoperișurile halelor industriale (care au servit la determinări preliminare de aderență între învelișurile din tablă de aluminiu și polistiren sau la determinarea temperaturii intradosului învelișului superior sub acțiunea razelor solare) sau realizarea de modele experimentale pentru o cupolă geodezică și o structură tridirecțională plană.

Continuarea preocupărilor privind pregătirea introducerii aliajelor de aluminiu la executarea elementelor și structurilor de rezistență este realizată în prezent la INCERC prin lucrările prevăzute în cadrul unor teme de plan în care au început să fie abordate simultan mai multe aspecte ale problemei, asupra cărora se vor obține unele rezultate cu caracter practic încă anul acesta.

Aceste aspecte se referă la: comportarea aliajelor, semifabricatelor (profile extrudate și table) și elementelor din aliaje de aluminiu la diferite solicitări mecanice, determinarea rezistenței la coroziune a unor aliaje de aluminiu expuse în diverse medii atmosferice sau chimice, precizarea condițiilor de sudare sub argon a unor aliaje și determinarea comportării unor îmbinări sudate supuse la diverse solicitări.

Cercetările prevăzute pentru 1968—1970 se fac concomitent cu studierea, împreună cu unele institute de proiectare cum sînt IPROMET, I.P.C.T., I.P.C.U.P., a posibilității de aplicare în practică a unor soluții de aliaje de aluminiu pentru anumite elemente și structuri de rezistență, cum sînt: elemente de șarpantă (pane, ferme etc.), panouri autoportante pentru învelitorile halelor metalice, turle pentru instalații de foraj mobile etc.

Bibliografie

[1] Angermayer K.: *Structural aluminum design*, Richmond, Reynolds Metals Co., 1966.

[2] Niculescu Dinu: *Aspecte ale construcțiilor metalice în general și în special ale elementelor din aliaje de aluminiu la construcțiile industriale din S.U.A.*, CSCAS-INCERC 1967 (lucrare nepublicată).

Execuția grinzilor prefabricate precomprimate pentru extinderea fabricii de rulmenți din Bîrlad

Ing. V. Dascălu

Întreprinderea 4 construcții-montaj Iași

La noua hală de prelucrări mecanice s-a prevăzut prin proiect o structură de rezistență din beton armat precomprimat cu traveea de 12 × 12 m realizată din:

— stîlpi de beton armat prefabricați;

— grinzi principale prefabricate precomprimate de 12 m;

— pane prefabricate (grinzi secundare) precomprimate de 12 m;

— chesoane prefabricate.

Toate elementele prefabricate, cu excepția stîlpilor, sînt tipizate și erau destinate execuției în fabricile de prefabricate. Deoarece pentru betonul prefabricat se cere o marcă superioară și, în mod special, o tehnologie deosebită de actuala organizare a uzinelor de prefabricate din beton armat, grinzile prefabricate trebuind să fie precomprimate cu fascicule postîntinse — cu organizarea ce decurge din această tehnologie — fabricile de prefabricate au refuzat execuția grinzilor tipizate pentru șantierul fabricii de rulmenți din Bîrlad, deși sînt elemente de serie.

Ca urmare, Intreprinderea 4 construcții-montaj din Iași — executantul lucrării — a organizat în cadrul bazei de producție din Iași o pistă de turnare a grinzilor precomprimate, în atelierul propriu de prefabricate (fig. 1, 2), executîndu-se tipurile de grinzi precomprimate arătate în tabel.

Toate tipurile de grinzi au fost turnate în cofraje de tego, special executate pentru a fi etanșe, ușor de asamblat, demontat etc.

Tipul grinzii	Nr. buc.	Tip fascicul	Traseu fascicul	Modul de realizare a canalului pentru fascicule
GJ 12–2 (fig. 1)	78	2×24 Ø 5	drept	Țevi metalice recuperabile
		2×30 Ø 5	curb	Țevi metalice recuperabile
GJ 12–2 m	12	2×24 Ø 5	drept	Țevi metalice recuperabile
		2×18 Ø 5	curb	Țevi metalice recuperabile
G 12-a (fig. 2)	156	24 Ø 5	drept	Țevi metalice recuperabile
		24 Ø 5	ridicat	Țevi metalice nerecuperabile

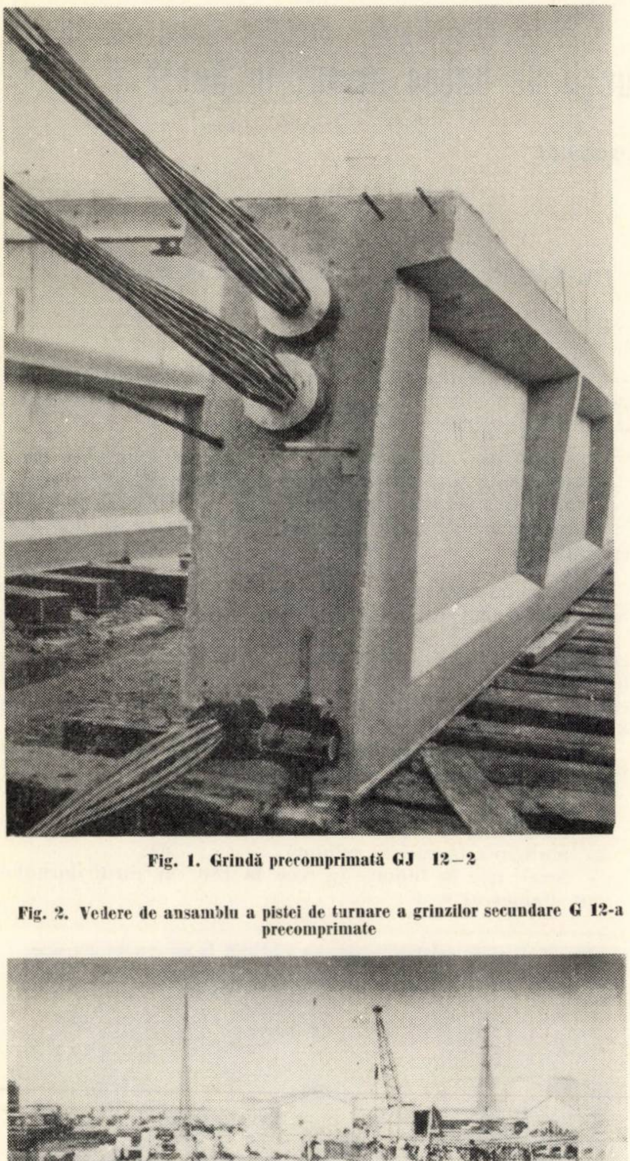
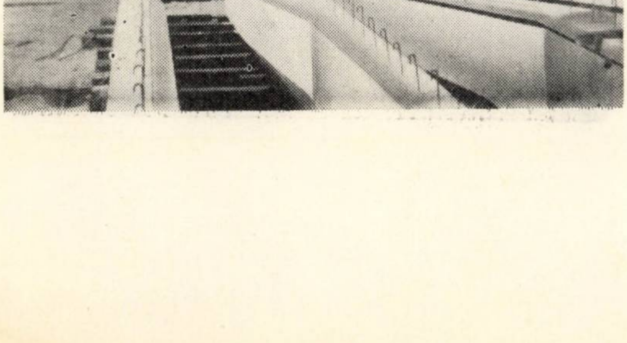


Fig. 1. Grindă precomprimată GJ 12–2

Fig. 2. Vedere de ansamblu a pistei de turnare a grinzilor secundare G 12-a precomprimate



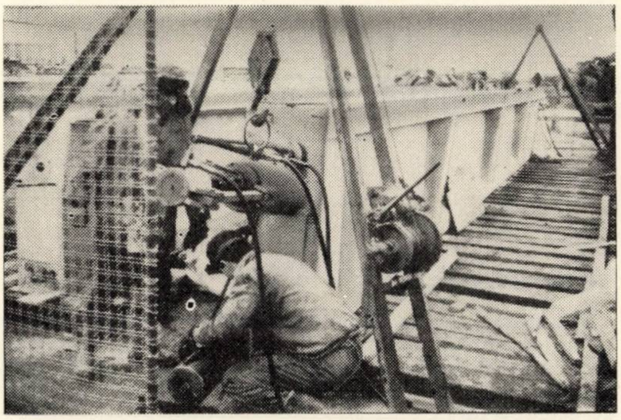


Fig. 3. Fază din timpul precomprimării unei grinzii GJ 12–2

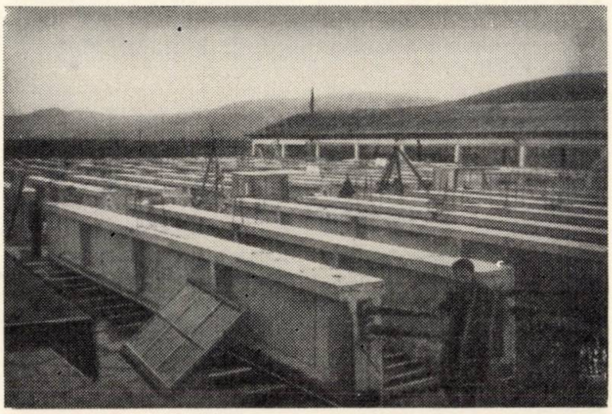
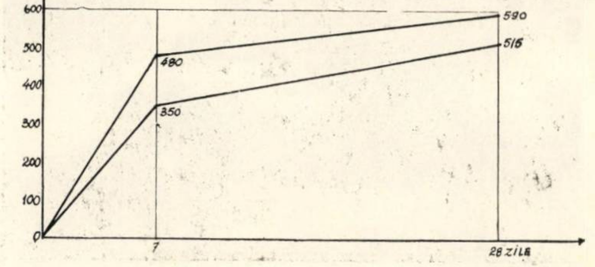


Fig. 4. Vedere de ansamblu a pistei de turnare a grinzilor GJ 12–2 precomprimate

Fig. 5. Rezistențe pe cuburi de probă



De scheletul cofrajului s-au montat glisiere în lungul grinzii, la 0,4 din înălţime, de care au fost fixate vibratoare de cofraj cu ajutorul cărora s-a compactat betonul.

Betonul de marcă B 500 a fost preparat într-o betonieră cu amestec forţat, montată în apropiere, de la care betonul a fost transportat la locul de turnare (tipare) cu ajutorul unor dumpere pitice.

Betonul a fost confecţionat după următoarea reţetă :

— nisip 0—3 mm	20%
— piatră spartă 3—8 mm	30%
— piatră spartă 8—15 mm	50%
— ciment RIM 200	500 kg/m³
— raport a/c	0,35

Rezistenţele obţinute pe cuburile de probă au variat între 350 şi 480 la 7 zile şi între 515 şi 590 la 28 de zile de la turnare (fig. 5).

Fasciculele au fost executate în atelierul de cabluri din baza de producţie.

Întreaga organizare a fost dimensionată pentru turnarea zilnică a patru grinzi principale şi şase secundare.

La circa 14 zile de la turnare s-a efectuat precomprimarea grinzilor (fig. 3). După 24 de ore de la tensionarea fasciculelor au fost injectate canalele şi s-au betonat zonele ancorajelor, iar la trei zile după aceste operaţii (deci după 18 zile), grinzile au fost expediate la şantierul din Bîrlad.

Transportul s-a efectuat în vagoane de cale ferată.

O atenţie deosebită s-a acordat tuturor operaţiilor. Pentru efectuarea precomprimării (fig. 3) au fost organizate două formaţii de muncitori instruiţi, conduse de cîte un inginer.

Forţa de precomprimare a fost stabilită şi controlată prin procedeul din normativul C—21—62 şi prin metoda grafică aplicată pentru prima dată la controlul precomprimării pe şantier în cadrul Intreprinderii nr. 4 construcţii-montaj Iaşi.

Utilizarea plaselor sudate la construcţii de beton armat în Austria*

Ing. Gad Calmanovici
I.P.C.T.

I. GENERALITĂŢI

Plasele sudate cunosc o largă răspîndire la construcţiile de beton armat din Austria. Prima avizare pentru utilizarea plaselor sudate în construcţii datează din anul 1951, iar pînă în anul 1968 s-au proiectat şi executat circa 20 000 de clădiri la care s-au utilizat plase sudate. În perioada 1951—1965, în Austria s-au produs circa 120 milioane m² de plase sudate, iar producţia anuală este actualmente de circa 24 000 tone.

În anul 1964 s-a aprobat utilizarea plaselor UNIDIM, la care armătura de rezistenţă este alcătuită din oţel bi-Stahl (bare de oţel cuplate, unite între ele prin platbande scurte sudate electric).

II. DOMENIUL DE UTILIZARE

Plasele sudate se utilizează în special la armarea planşeelor monolite, însă se folosesc şi la armarea pereţilor, pînzelor subţiri, rezervoarelor, silozurilor etc.

La armarea elementelor prefabricate se utilizează de asemenea în mari proporţii, atît plase plane (panouri mari etc.), cît şi carcase spaţiale formate prin rabatarea plaselor plane (carcase pentru grinzi, plăci-cheson etc.). Se produc şi plase sudate speciale pentru armarea părţii carosabile a autostrăzilor.

III. CARACTERISTICILE PLASELOR SUDATE

III. 1. Materiale utilizate

La confecţionarea plaselor sudate se utilizează în general sîrmă trasă netedă cu următoarele caracteristici prescrise de standardul austriac ONORM B 4 200, partea 4 :

— limita de curgere minimă	5 000 kg/cm²
— rezistenţa de rupere minimă	6 000 kg/cm²
— alungirea la rupere minimă	8%

— încercarea de îndoire la rece la 180° în jurul dornului cu diametrul 4 d.

Ca material de bază se utilizează oţel St 34, St 37 sau St 42 cu un conţinut de carbon de circa 0,12—0,25%.

În comparaţie cu sîrma trasă mată produsă în ţara noastră conform STAS 438—67 obţinută prin trefilare la rece a oţelului OL 34 sau OL 38, sîrma trasă din Austria are limita de curgere cu 11—43% mai ridicată şi rezistenţa la rupere cu 8—25% mai ridicată (pentru diametrele de 4,5—10 mm).

Plasele sudate UNIDIM se confecţionează din sîrmă trasă la rece cu următoarele caracteristici :

— limita de rupere minimă	6 800 kg/cm²
— rezistenţa la rupere minimă	8 000 kg/cm²
— alungirea la rupere minimă	8%

— încercarea la îndoire la rece la 180° în jurul dornului cu diametrul 6 d

Fig. 1. Depozit de plase sudate UNIDIM

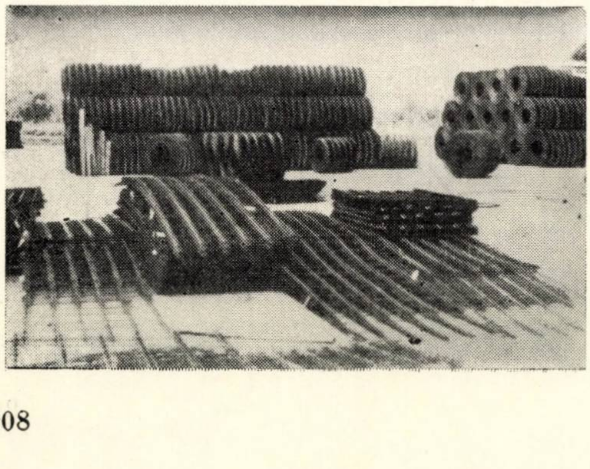


Fig. 2. Fază de montare a plaselor UNIDIM la un şantier din Graz

---

* Pe baza materialului cules cu ocazia unei vizite de documentare în Austria în perioada 20.IX—5.X.1968.

III. 2. Sortimentul plaselor sudate

Plasele sudate se produc într-un sortiment limitat, la care se asigură o variație gradată a secțiunilor de armătură pe 1 m de lățime prin modificarea diametrelor barelor, menținînd constantă distanța între bare (100 mm pentru vergelele armăturii de rezistență longitudinală și 50; 100 și 150 mm pentru vergelele plaselor cu ochiuri pătrate).

În tabela 1 se dă sortimentul plaselor sudate obișnuite, iar în tabela 2 sortimentul plaselor UNIDIM produse în Austria.

Tabela 1

Sortimentul plaselor sudate produse în Austria

Tipul	Secțiunea de armătură pe 1m lățime		Distanța între bare		Diametrul barelor		Greutatea medie pe 1m² (kg)
	long. (cm²)	transv. (cm²)	long. (mm)	transv. (mm)	long. (mm)	transv. (mm)	
Plase plane							
A 30	0,71	0,24	100	300	3,0	3,0	0,74
A 34	0,91	0,30	100	300	3,4	3,4	0,95
A 38	1,13	0,38	100	300	3,8	3,8	1,19
A 42	1,38	0,46	100	300	4,2	4,2	1,45
A 46	1,66	0,46	100	300	4,6	4,2	1,68
A 50	1,96	0,46	100	300	5,0	4,2	1,90
A 55	2,38	0,46	100	300	5,5	4,2	2,23
A 60	2,83	0,55	100	300	6,0	4,6	2,65
A 65	3,32	0,66	100	300	6,5	5,0	3,12
A 70	3,85	0,79	100	300	7,0	5,5	3,65
A 82	5,28	1,11	100	300	8,2	6,5	5,02
A 90	6,36	1,28	100	300	9,0	7,0	6,00
A 100	7,85	1,51	100	300	10,0	7,6	7,36
A 120	11,30	2,26	100	300	12,0	9,3	10,66
CQ 30	0,47	0,47	150	150	3,0	3,0	0,74
CQ 34	0,60	0,60	150	150	3,4	3,4	0,95
CQ 38	0,76	0,76	150	150	3,8	3,8	1,21
CQ 42	0,92	0,92	150	150	4,2	4,2	1,45
CQ 50	1,31	1,31	150	150	5,0	5,0	2,05
CQ 60	1,88	1,88	150	150	6,0	6,0	2,96
CQ 70	2,56	2,56	150	150	7,0	7,0	4,03
AQ 30	0,71	0,71	100	100	3,0	3,0	1,10
AQ 34	0,91	0,91	100	100	3,4	3,4	1,44
AQ 38	1,13	1,13	100	100	3,8	3,8	1,78
AQ 42	1,38	1,38	100	100	4,2	4,2	2,18
AQ 46	1,66	1,66	100	100	4,6	4,6	2,60
AQ 50	1,96	1,96	100	100	5,0	5,0	3,08
AQ 55	2,38	2,38	100	100	5,5	5,5	3,72
AQ 60	2,83	2,83	100	100	6,0	6,0	4,44
C 30	0,47	0,24	150	300	3,0	3,0	0,55
DQ 30	1,42	1,42	50	50	3,0	3,0	2,20

Tabela 1 continuare

Tipul	Secțiunea de armătură pe 1 m înălțime		Distanța între bare		Diametrul barelor		Greutatea medie pe 1 m² (kg)
	long. (cm²)	transv. (cm²)	long. (mm)	transv. (mm)	long. (mm)	transv. (mm)	
Plase în rulouri							
AR 30	0,71	0,24	100	300	3,0	3,0	0,74
AR 34	0,91	0,30	100	300	3,4	3,4	0,95
AR 38	1,13	0,38	100	300	3,8	3,8	1,19
AR 42	1,38	0,46	100	300	4,2	4,2	1,45
DR 30	1,42	0,24	50	300	3,0	3,0	1,28
DR 34	1,82	0,30	50	300	3,4	3,4	1,67
DR 38	2,26	0,38	50	300	3,8	3,8	2,08
DR 42	2,78	0,46	50	300	4,2	4,2	2,54
CQR 30	0,47	0,47	150	150	3,0	3,0	0,74
CQR 38	0,76	0,76	150	150	3,8	3,8	1,21
AQR 30	0,71	0,71	100	100	3,0	3,0	1,10
AQR 34	0,91	0,91	100	100	3,4	3,4	1,44
AQR 38	1,13	1,13	100	100	3,8	3,8	1,78
AQR 42	1,38	1,38	100	100	4,2	4,2	2,18
Rulouri ast. molin							0,33

Plasele sudate obișnuite se produc plane sau în rulouri, lățimea normală fiind de 2,40 m, iar lungimea normală a plaselor plane fiind de 5; 6 sau 8 m. Se pot executa la comandă și alte tipuri de plase pe bază de înțelegere între producător și consumator, cu un spor de preț. Din datele primite de la producător și din constatările de pe șantierele și fabricile de prefabricate vizitate rezultă că plasele de serie (Lagermatten) sînt predominante.

După datele firmei EVG -AVI, plasele obișnuite în rulouri nu se utilizează ca armătură de rezistență, ci doar ca armătură constructivă. Dintre plasele plane, circa 90% din cantitatea totală sînt de tipul A, respectiv cu ochiuri dreptunghiulare de 100 × 300 mm. Din punctul de vedere al diametrelor predominante, circa 58% din cantitatea anuală de plase produse sînt cu vergele longitudinale avînd diametre de 5—7 mm.

Plasele UNIDIM se livrează în rulouri, cu lungimi de 100—200 m și lățimea de 1,075 m. Îndreptarea plaselor se face la mașină, într-un depozit intermediar, înainte de punerea lor în operă. Documentația firmei producătoare EVG—AVI arată că plasele UNIDIM livrate în rulouri prezintă avantajul reducerii pierderilor din tăierea în lungime a plaselor de serie, pierderi care pot ajunge la 8—15%.

IV. PRODUCEREA PLASELOR SUDATE

Plasele sudate se produc centralizat în unități cu un grad ridicat de mecanizare. Nici una din cele trei fabrici de prefabricate vizitate nu dispunea de secții proprii de confecționare a armăturilor sudate, toate lucrînd cu plase sudate fabricate în unități centrale.

Cea mai mare fabrică de plase sudate din Austria, aparținînd firmei Felten und Guilleaume, este amplasată la Bruck an der Mur și produce circa 18 000 t/an, fiind dotată cu trei linii complete de fabricație pentru producerea plaselor plane. Pe liniile de fabricație se fac tragerea de pe colaci, îndreptarea, sudarea, țăierea plaselor, rabatarea lor în vederea

Tabela 2

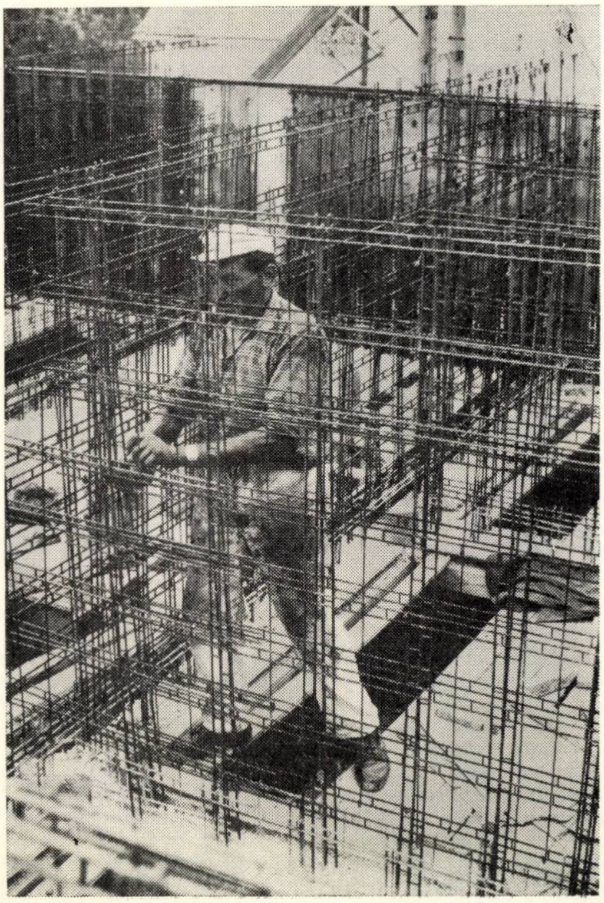
Sortimentul plaselor sudate UNIDIM produse în Austria

Tipul	Diametrul barelor		Secţiunea transversală a barelor			Distanţa între bare		Lăţimea maximă a plaselor (mm)	Greutatea (kg/m)
			longitudinale						
	longit. (mm)	transv. (mm)	pe 1 m lăţime (cm²)	pe toată plasa (cm²)	transv. (cm²)	longit. (mm)	transv. (mm)		
U 29	2 × 2,9	2,9	0,66	0,79	0,26	200	250	1 075	0,90
U 33	2 × 3,3	2,9	0,86	1,03	0,26	200	250	1 075	1,11
U 36	2 × 3,6	2,9	1,02	1,22	0,26	200	250	1 075	1,26
U 40	2 × 4,0	3,1	1,26	1,51	0,30	200	250	1 075	1,60
U 48	2 × 4,8	3,6	1,81	2,17	0,41	200	250	1 075	2,25
U 56	2 × 5,6	4,0	2,46	2,96	0,50	200	250	1 075	2,98
U 62	2 × 6,2	4,8	3,02	3,62	0,72	200	250	1 075	3,74
U 69	2 × 6,9	5,0	3,74	4,49	0,80	200	250	1 075	4,51

ambalării, cu barele întrepătrunse pentru a ocupa spaţiu minim şi aşezarea pe mijlocul de transport la depozit.

Plasele finite se depozitează în pachete legate şi marcate cu etichete metalice. Liniile de fabricaţie lucrează în trei schimburi pe zi, fiind deservite de cîte 11 muncitori pe schimb. În fiecare schimb şi pentru fiecare maşină se încearcă cîte o epruvetă în laboratorul fabricii. După datele fabricii, schimbarea distanţei între electrozii maşinilor, în vedere modificării tipului de plase produse, durează circa 2—3 ore, iar schimbarea distanţei între barele transversale necesită o reglare a maşinii care durează circa 10 minute.

Fig. 3. Planşeu armat cu plase sudate, la un şantier din Viena. Se observă cum în loc de purici se toarnă sub plase beton proaspăt



Fabrica de la Bruck an der Mur are o secţie pentru producerea plaselor UNIDIM în rulouri, cu o producţie de circa 5 000 t/an. Secţia este deservită de opt oameni pe schimb, dintre care patru oameni lucrează la pregătirea oţelului bi-Stahl utilizat la fabricarea plaselor sudate UNIDIM.

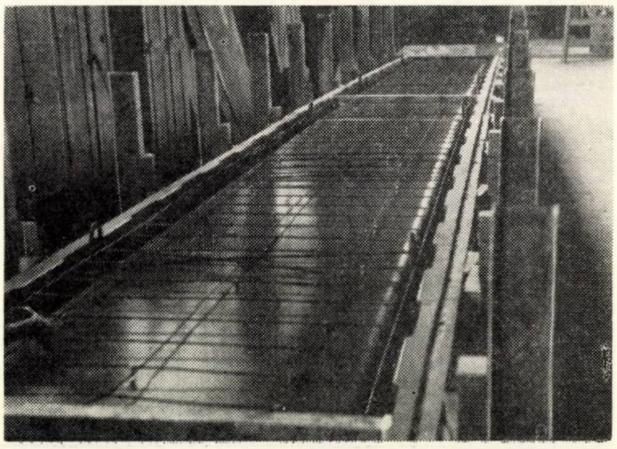
Firma EVG-AVI dispune de o unitate de producţie la Graz, unde experimentează maşinile de sudură fabricate şi produce anumite tipuri de armături sudate, cum ar fi oţelul bi-Stahl, carcase sudate pentru grinzi şi plăci prefabricate cu suprabetonare, precum şi plase sudate subţiri pentru garduri. Maşinile cu care este dotată secţia au un grad ridicat de automatizare.

V. UNELE ASPECTE ALE PROIECTĂRII ELEMENTELOR ARMATE CA PLASE SUDATE

Firma EVG-AVI, care produce maşini de sudură şi colaborează cu fabricile de plase sudate, asigură şi elaborarea gratuită a proiectelor de elemente de construcţie armate cu plase sudate.

Proiectele elaborate de inginerii firmei sînt verificate şi însuşite de ingineri proiectanţi autorizaţi şi numai astfel predate la şantier. Biroul de proiectare de la Graz al firmei EVG-AVI are nouă ingineri constructori, care elaborează circa 1 000 de proiecte pe an, în majoritate planşee monolite

Fig. 4. Pereţi monoliţi armaţi cu plase sudate



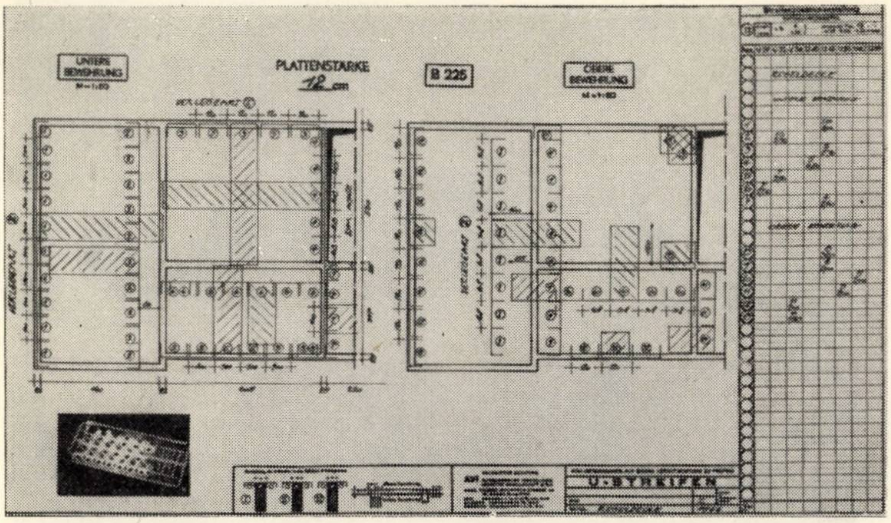


Fig. 5. Element prefabricat de tip cheson armat cu plase sudate de serie la fabrica de prefabricate IBG de la Wiener – Neustadt

pe baza planurilor de arhitectură remise de beneficiari. Se remarcă raționalizările și simplificările introduse la elaborarea proiectelor. Astfel, se utilizează șabloane pentru desenarea plaselor UNIDIM de lățime fixă, planșele se elaborează pe formate speciale care au gata tipărite secțiunile transversale prin planșee, extrasele de planșe indică poziția fiecărei plase și modul de utilizare a resturilor rezultate din tăiere etc.

Prescripțiile austriece de utilizare a plaselor sudate, precum și experiența acumulată în decursul a aproape două decenii de practică au permis să se introducă o serie de prevederi care duc la folosirea economică a oțelului la plase sudate.

Astfel, în Austria se adoptă valori ridicate pentru rezistențele admisibile ale oțelului în plase sudate, respectiv 3 000 kg/cm^2 pentru plasele sudate obișnuite și 4 000 kg/cm^2 pentru plasele sudate UNIDIM. Pentru comparație se poate arăta că pentru sîrma trasă mată produsă în țara noastră „Normativul condiționat pentru calculul construcțiilor la stări limită" P.8–62 prevede rezistențe de calcul de 2 800–3 600 kg/cm^2, ceea ce, ținînd seama de un coeficient mediu de suprasarcină de 1,25, rezultă circa 2 500–2 900 kg/cm^2, iar pentru gama de diametre cea mai frecventă de 5–7 mm rezistențele admisibile echivalente ar fi de circa 2 250–2 550 kg/cm^2, respectiv cu 15–25% mai reduse decît cele adoptate în Austria pentru plasele sudate obișnuit.

La proiectarea planșeelor armate cu plase sudate se iau în considerare, cu respectarea anumitor condiții, toate vergelele care se găsesc pe întreaga lățime a planșeului, indiferent dacă se găsesc în zona de suprapunere sau în zonele de armare curentă, admițîndu-se o repartizare uniformă a armăturii pe întreaga lățime.

VI. PUNEREA ÎN OPERĂ A PLASELOR SUDATE

Montarea plaselor sudate pe șantier se face ușor, realizîndu-se viteze ridicate de execuție și o productivitate sporită în raport cu armătura obișnuită. Plasele sudate obișnuite, cu lățimea de 2,40 m, se așază de patru muncitori, în timp ce plasele sudate UNIDIM, cu lățimea de 1,075 m, se așază de doi muncitori, fapt care constituie un avantaj important al acestora din urmă.

Firmele producătoare dau o serie de indicații asupra punerii în operă a plaselor sudate, indicînd necesitatea legării plaselor la colțuri pentru a nu se deplasa în timpul turnării betonului, necesitatea prevederii de distanțieri pentru asigurarea grosimii stratului de protecție etc. Pe șantierele vizitate s-a constatat că aceste indicații nu se respectă totdeauna, respectiv plasele nu se leagă între ele la colțuri, iar în loc de distanțieri se pune sub plase puțin beton proaspăt. Plasele de la partea superioară se introduc în beton după turnarea acestuia, înfundîndu-le cu piciorul. Din discuții cu conducerea șantierelor a rezultat că se consideră că se poate asigura o calitate corespunzătoare și în aceste condiții, realizîndu-se economii la montaj și la materialul pentru purici distanțieri.

VII. CONCLUZII

Austria dispune de o bogată experiență în problema producerii și utilizării plaselor sudate la construcții de beton armat, în special la construcțiile monolite. Cunoașterea acestei experiențe și însușirea ei în mod critic, ținînd seama de unele diferențe de condiții specifice actuale (raporturi de prețuri, calități de materiale etc.) poate contribui la răspîndirea plaselor sudate în construcțiile din țara noastră și prin aceasta la industrializarea lucrărilor de beton armat.

DOCUMENTARE

INSTALAȚIA DE RUPERE A SACILOR DE TIP MÖLLER

Pentru deschiderea și golirea sacilor de hîrtie de materialele pulverulente pe care le conțin, cît și pentru evacuarea sacilor uzați, firma Johannes Möller din Hamburg a pus la punct o instalație care înlocuiește munca grea și insalubră din astfel de locuri de muncă.

Instalația are o capacitate de 480 saci/h, pentru saci de max. 50 kg; într-un schimb de opt ore 3 840 de saci se presează sub formă de baloturi ușor transportabile.

Instalația este alcătuită (fig. 1) dintr-un transportor înclinat cu bandă, prevăzut cu praguri, care duce sacii la dispozitivul de rupt. Acesta din urmă este format din două valțuri prevăzute cu stilete care rup sacul. Pentru materiale care se aglomerează, instalația este dotată, în continuare, cu un valț zdrobitor. Materialul din saci împreună cu sacii rupți trece din valțurile de rupt, respectiv din valțul zdrobitor, într-o sită tambur care separă resturile de saci și le trece la o presă hidraulică.

Materialul din saci este transportat, în continuare, în silozul de utilizare.

Pentru a evita formarea prafului, întreaga instalație este pusă sub o ușoară depresiune și racordată la un filtru cu saci.

Prin banda de alimentare a instalației se poate realiza și o dozare a materialului cu ajutorul pragurilor de pe bandă.

Presa hidraulică pentru saci presează 6 baloturi/h cu o greutate de circa 40 kg, considerînd greutatea unui sac de circa 500 g.

Presiunea de lucru a presei este de 90 kg/cm^2.

Sacii presați sub formă de baloturi pot fi manevrați cu ușurință, în continuare, cu ajutorul autoîncărcătoarelor cu furci, benzilor transportoare, al camioanelor etc.

Instalația descrisă mai sus dă posibilitatea manevrării raționale a sacilor

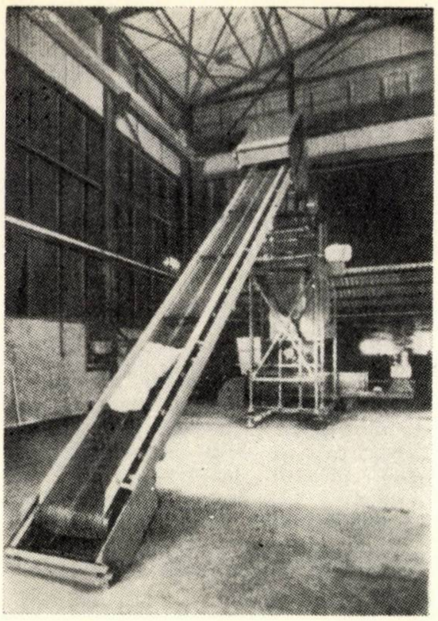


Fig. 1

goi, și prezintă avantajul de a înlocui muncitorii în operația de golire a sacilor, loc de muncă murdar, insalubru și uneori foarte periculos, cum este în cazul materialelor nocive, ca trioxidul de arsen, soda etc. din industria geamurilor.

Din *Zement — Kalk — Gips*, nr. 5, 1967

UN SISTEM ORIGINAL DE EXECUTARE A CUPOLELOR DE BETON ARMAT

Arhitectul italian Dante Bini a elaborat un nou sistem de executare a cupolelor de beton armat, care reprezintă o dezvoltare și perfecționare a cofrajelor pneumatice utilizate anterior. După cum se știe, cofrajele pneumatice obișnuite, la fel ca orice alte cofraje, primesc forma necesară a cupolei înainte de turnarea betonului, apoi peste ele se așază armătura și se toarnă betonul. Decofrarea cofrajelor pneumatice se face prin dezumflare. În noul sistem, propus de arhitectul Bini, betonul se toarnă la sol, pe orizontală, peste cofrajul pneumatic dezumflat, apoi se umflă cofrajul, care se ridică o dată cu betonul, dînd acestuia forma necesară. Prin aceasta se simplifică considerabil lucrările, toate operațiile principale efectuindu-se la sol, fără eșafodaje pentru turnarea betonului și montajul armăturii, se scurtează timpul de execuție și, după datele inventatorului, se ieftinește sensibil costul execuției. În locul betonului aplicat prin torcretarea pe cofraje pneumatice obișnuite și care necesită un dozaj ridicat de ciment și o aparatură pretențioasă, se poate utiliza un beton cu un dozaj mediu de ciment, turnat prin procedee obișnuite, direct din mijloacele de transport curente (autocamioane basculante, tomberoane etc.).

Elementele componente principale ale sistemului ,,Binishell'' sînt următoarele :

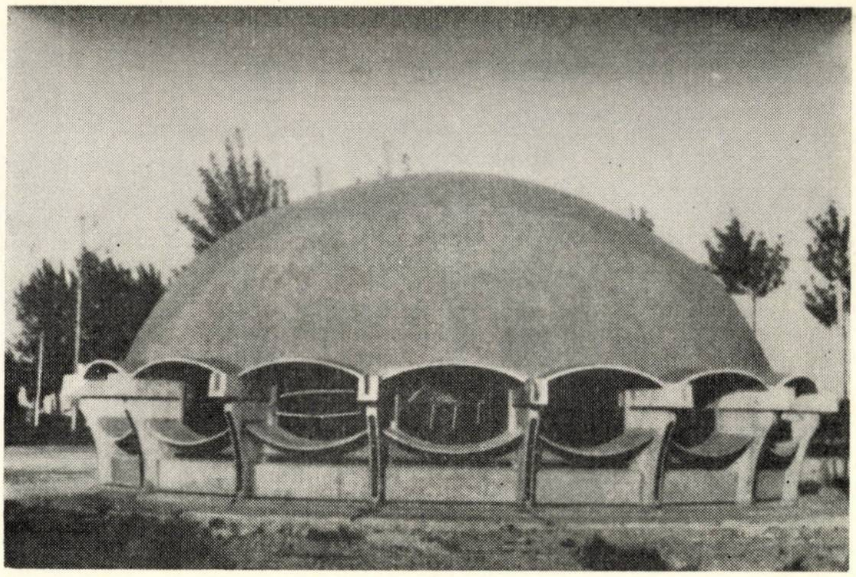


Fig. 1. Cupolă ,,Binishell'' cu diametrul de 30 m și grosimea peretelui de 5 cm. Cupola a fost turnată la sol într-o oră și ridicată în 30 de minute cu ajutorul a opt oameni și două ventilatoare electrice de 6 kW, care au dezvoltat o presiune a 0.3 atm.

cofrajul pneumatic, stația de pompare, armătura și betonul.

Cofrajul pneumatic constă dintr-o membrană impermeabilă la gaze, ancorată de un inel la baza cupolei. Membrana poate fi executată din cauciuc sintetic, cauciuc natural sau materiale plastice cu grosimea de 2—3 mm. Membrana poate fi reutilizată de multe ori și necesită operațiile curente de întreținere a cofrajelor pneumatice.

Stația de pompare constă din două ventilatoare electrice, două supape pentru aer și un sistem de control al presiunii aerului, care poate fi manual sau automat, conectat la supapele de aer. Presiunea necesară pentru ridicarea membranei variază între 0,01—0,05 atmosfere, în funcție de dimensiunile cupolei.

Puterea necesară pentru acționarea ventilatorului nu depășește 5—10 cp.

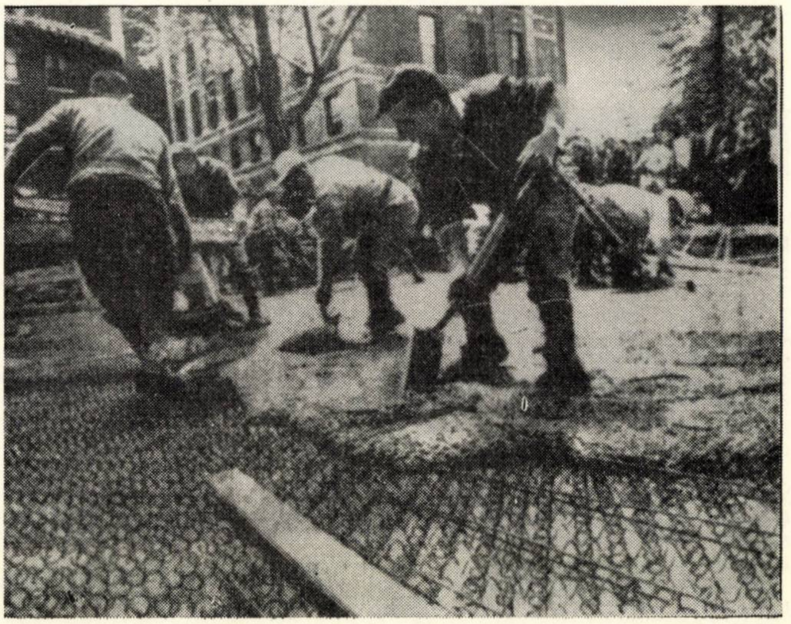
Armătura constă de obicei dintr-o plasă și elemente suplimentare de armare (bare sau cabluri) pe direcția eforturilor maxime de întindere, precum și în jurul golurilor prevăzute în cupolă.

Plasa de armare se autopoziționează în timpul ridicării cupolei.

Elementele plasei pot fi extensibile, de genul resorturilor, ceea ce poate asigura și precomprimarea betonului din cupolă în caz de necesitate. Atît plasa, cît și elementele suplimentare de armare se confecționează din oțel obișnuit. Consumul de oțel variază între 2,5 și 5 kg pe m^2 de cupolă.

Betonul utilizat la turnarea cupolelor ,,Binishell'' se prepară folosind adezivi

Fig. 2. Turnarea betonului la sol la realizarea unei cupole experimentale ,,Binishell'' la Universitatea Columbia din S.U.A.



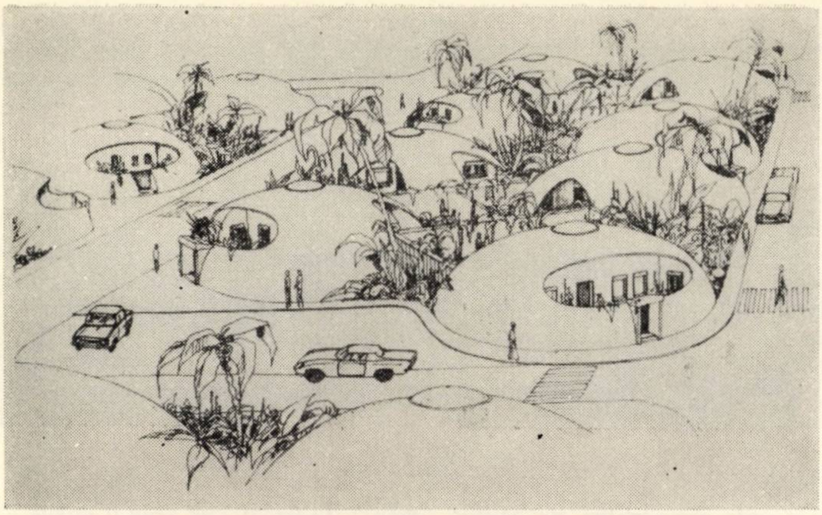


Fig. 3. Proiectul unui ansamblu de locuinţe cu cupole „Binishell"

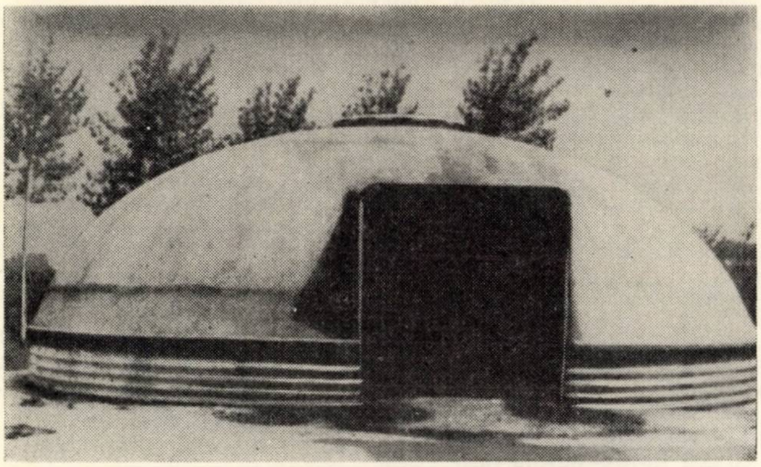


Fig. 4. Copola „Binishell" pentru o construcţie industrială

care asigură plasticitatea betonului turnat pe o suprafaţă plană şi care trebuie să adere în continuare de armătură după ce aceasta capătă curbura cupolei în urma ridicării cofrajului pneumatic.

Agregatele utilizate pot fi naturale sau artificiale, cu granulozitatea cuprinsă între 0—12 mm. Liantul este ciment de tip 600 sau 730 (după standardul italian), cu un dozaj de 350—500 kg/m^3. Raportul apă/ciment variază în general între 0,4—0,6, iar timpul de priză este în funcţie de climă, de aditivi şi de tipul cimentului utilizat. În mod normal, membrana poate fi dezumflată după cel puţin 12 ore şi cel mult 40—50 de ore.

Betonul se vibrează la sol cu vibratoare obişnuite cu placă, apoi, după ridicarea membranei cofrajului se vibrează din nou cu un vibrator cu placă fixat la partea superioară a cupolei. În caz de necesitate, betonul poate fi netezit mecanic sau manual după umflarea membranei, însă această operaţie poate fi eliminată sau uşurată prin utilizarea unei membrane extensibile de material plastic aşezată peste betonul turnat la sol şi ridicată o dată cu betonul cupolei. Membrana flexibilă se scoate de pe beton după ridicarea cupolei la cota din proiect.

Golurile în peretele cupolei se pot realiza, fie prin rame prevăzute iniţial, fie prin tăierea peretelui cu ajutorul unui ferăstrău circular, după dezumflarea membranei.

Grosimea peretelui cupolei depinde de dimensiunile acesteia şi este de 2,5—3 cm pentru cupole cu diametrul de 10—12 m, respectiv 4—6 cm pentru cupole cu diametrul de 20—40 m.

Cupolele „Binishell" au fost executate pînă în anul 1968 în circa 20 de exemplare în Italia şi cîteva prototipuri experimentale în S.U.A. şi unele ţări din America de Sud, unde arhitectul Dante Bini şi-a prezentat sistemul.

Inventatorul sistemului prevede o largă utilizare a cupolelor „Binishell" la locuinţe, birouri, depozite industriale şi agricole, săli de conferinţe, săli de sport etc.

După documentaţia firmei „Binishell" distribuită la al IV-lea Salon internaţional al industrializării construcţiei, Bologna, 1968.

PRIMUL POD DE BETON PRECOMPRIMAT DIN ANGLIA REALIZAT DIN ELEMENTE PREFABRICATE LIPITE CU AJUTORUL RĂŞINII EPOXIDICE

Noul pod Raweliffe peste rîul Dutch (fig. 1) are trei deschideri de 13,75—31,55 şi 13,75 m, deschiderea centrală fiind realizată dintr-o travee centrală de circa 10,05 m, rezemată pe două console de cîte 10,75 m.

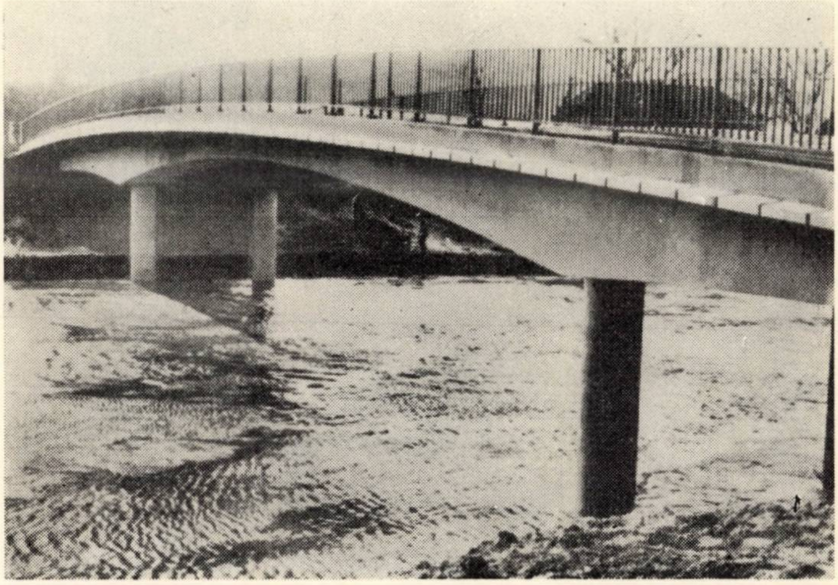
Lăţimea totală a structurii este de 10,20 m, lăţimea părţii carosabile este de 7,20 m, iar a trotuarelor de cîte 1,50 m.

Cele două grinzi principale au o secţiune transversală o formă de U şi sînt legate între ele prin antretoaze şi printr-o placă de 25 cm grosime turnată pe loc. Consolele, cu circa 1,50 m în afara grinzilor principale, sînt realizate cu ajutorul unor dale prefabricate care sînt înglobate în placa turnată monolit.

Conlucrarea dintre placă şi structura prefabricată a fost realizată cu ajutorul unei a doua etape de precomprimare.

Porţiunile în consolă şi deschiderile marginale ale grinzilor principale au fost executate fiecare din cîte cinci segmente prefabricate, turnate în continuare astfel încît să se realizeze în

Fig. 1



rosturi suprafeţe care să fie cît mai bine păsuite.

Elementele prefabricate au fost aşezate pe un eşafodaj provizoriu, s-a introdus epoxi în rosturi şi s-au blocat rosturile cu ajutorul unor tacheţi ancoraţi în elemente şi al unor buloane. După terminarea acestor operaţii, fiecare grindă a fost precomprimată.

O atenţie deosebită s-a acordat problemelor legate de tehnologia de execuţie a rosturilor ; răşina epoxidică a fost preferată datorită simplităţii operaţiilor de aplicare şi duratei scurte necesare în acest caz pentru realizarea unui rost şi pentru atingerea rezistenţei necesare. După prealabila curăţire foarte atentă a suprafeţei betonului, răşina a fost aplicată pe ambele feţe în contact şi cei doi bolţari au fost apoi alăturaţi strîns cu ajutorul buloanelor amintite. Durata de realizare a unui rost a fost de 15 minute, iar în 24 de ore s-a atins rezistenţa dorită. Grosimea rostului a fost de aproximativ 3 mm — spre deosebire de grosimile de numai cîteva zecimi de milimetru utilizate la construcţii similare în Franţa — în aceste condiţii fiind posibilă realizarea corespunzătoare a rectilinităţii grinzii.

La faţa văzută, rosturile au fost tratate astfel încît suprafaţa să apară netedă, contrastînd cu rosturile pronunţate de la nivelul elementelor care formează trotuarul în consolă.

Deşi se consideră că prin utilizarea răşinii epoxidice se poate conta pe o anumită rezistenţă la întindere în rosturi, la podul Raweliffe nu a fost folosit acest avantaj.

Din *Concrete*, iunie 1968

GRINZI TT PREFABRICATE DE PESTE 36 M DESCHIDERE

La Stockton-on-Tees s-a executat o hală cu o suprafaţă utilă de aproximativ 2 500 m^2 acoperită cu 27 grinzi TT de circa 36,50 m deschidere.

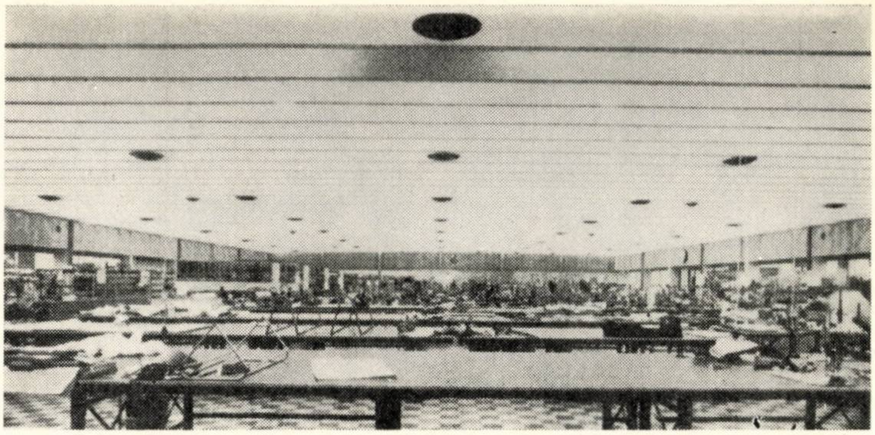


Fig. 2

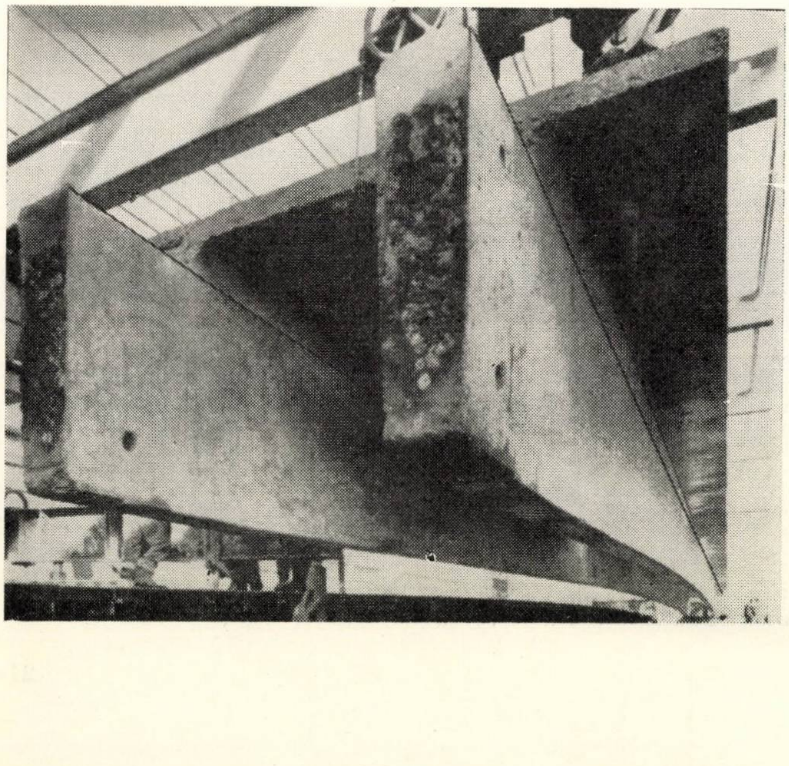


Fig. 1

Principalele caracteristici ale acestor grinzi sînt :

— lungimea	37,20 m
— lăţimea	2,45 m
— distanţa între nervuri	1,225 m
— înălţimea	1,10 m
— grosimea nervurilor	
— la partea superioară	23 cm
— la partea inferioară	18 cm
— grosimea plăcii	7,6 cm
— greutatea grinzii	55 tone
— rezistenţa betonului la 28 de zile	525 kg/cm^2
— armătura pretensionată	
— în fiecare inimă	30 toroane Ø 12,7 mm
— în placă deasupra fiecărei nervuri	2 sîrme Ø 5 mm
— contrasăgeată	23 cm
— grosimea izolaţiei termice şi hidrofuge	25 mm

Grinzile au fost turnate într-un tipar avînd partea centrală realizată prin monolitizarea unor elemente prefabricate de beton de 1,50 m lungime. Pentru a permite decofrarea, suprafaţa matriţei de beton a trebuit să fie foarte netedă. În figura 1 se vede o grindă în timpul manipulării la fabrica de prefabricate (din Eaglecliffe).

Stîlpii structurii sînt dispuşi la o distanţă de circa 6 m unul de celălalt. Grinzile de centură sînt continue şi au o secţiune transversală în I cu înălţimea de 1,05 m, lăţimea de 56 cm şi grosimea inimii de 15 cm. Ele au fost realizate din elemente prefabricate de 6 m lungime, asamblate pe lungimea de 66 m a halei cu ajutorul a cîte 6 toroane Ø 28 mm postîntinse, blocate cu ancoraje tip C.C.L. Legătura dintre grinzi şi stîlpi, respectiv şi grinzile TT, s-a executat prin sudarea unor plăci metalice înglobate în fiecare element.

În figura 2 se vede un aspect al halei terminate. Corpurile de iluminat au fost montate între nervurile grinzilor TT.

Din *Concrete*, iunie 1968.

TAVANE FONOABSORBANTE DIN MATERIALE SPONGIOASE

Moltoprenul, un produs pe bază de poliuretan expandat, cunoaşte o utilizare pe scară tot mai largă şi ca material fonoizolant. Panourile fonoabsorbante se furnizează ca panouri casetate de dimensiuni uzuale sau ca panouri piramidale cu o suprafaţă de trei-patru ori mai mare.

Se menţionează astfel cazul uneia din sălile de cursuri ale universităţii din Marburg ai cărei pereţi şi tavan au fost complet îmbrăcaţi cu moltopren moale. Acest material se foloseşte în prezent pe scară largă în acele încăperi în care se urmăreşte realizarea unei absorbţii optime a zgomotului, ca, de exemplu : birouri de mari dimensiuni, săli de cursuri, săli de prelucrare a datelor — în concluzie în toate încăperile cu un spectru de zgomote deosebit de mare. Panourile piramidale au dovedit o foarte bună comportare în exploatare în încăperile în care zgomotul constituie o sursă principală generatoare de nocivităţi : standuri de încercare a motoarelor, săli de tir, subsoluri amenajate cu popicării. Prevederea unor asemenea panouri piramidale duce la o mărire cu 300 pînă la 400 la sută a suprafeţei fonoabsorbante.

Panourile fonoabsorbante pot fi şi neinflamabile. În cazurile în care se cere îndeplinirea unor condiţii de calitate

Fig. 1

speciale se recurge la materiale spongioase tratate în mod corespunzător cu anumite produse speciale.

PODUL DIN TOMAR

Recent s-a executat în Portugalia — peste rîul Nabão, în orașul Tomar — un pod de beton precomprimat cu caracteristici remarcabile (fig. 1).

Podul are trei deschideri de 13,25—47,50 și 13,25 m și o lățime a părții carosabile de 12,00 m la o lățime totală a tablierului de 18,70 m.

Cele șase grinzi continue ale podului au o înălțime de 2,00 m în dreptul reazemelor centrale și de numai 0,50 m la mijlocul deschiderii centrale, respectiv numai aproximativ 1/100 din deschidere.

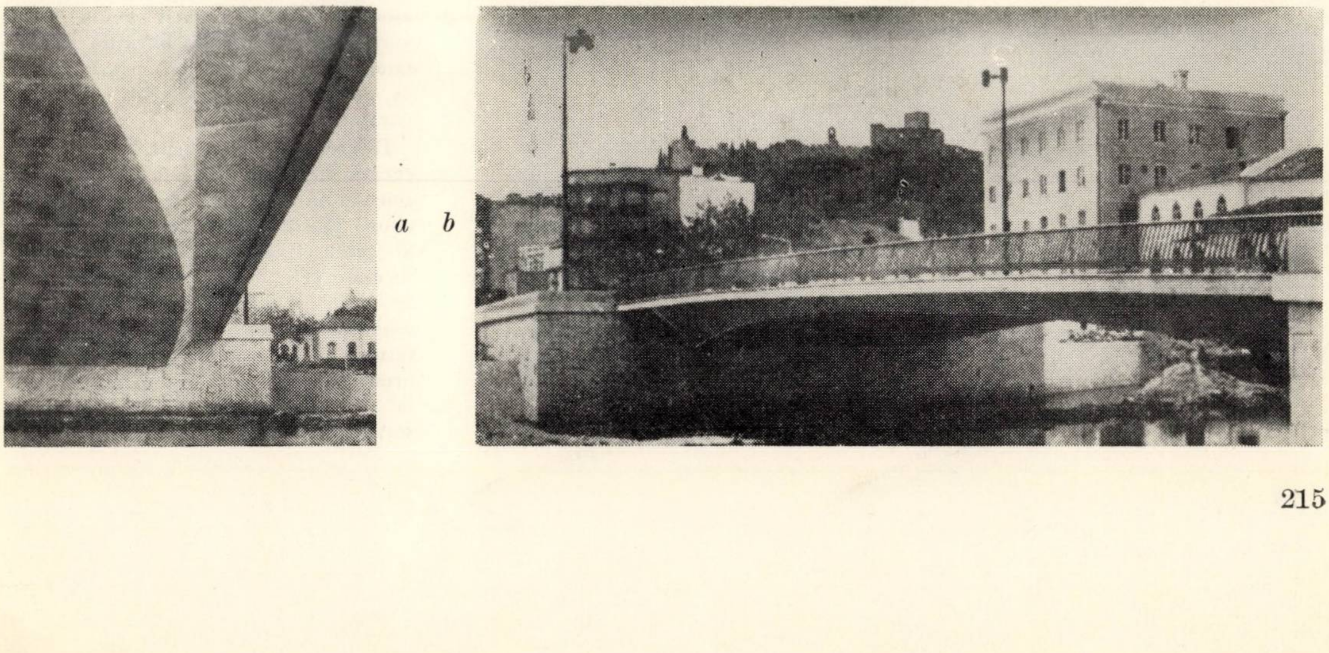
Grinzile de beton B 450 au fost precomprimate cu ajutorul a 212 fascicule prevăzute cu ancoraje tip BBRV, forța totală de precomprimare fiind de ordinul a 31 000 tf.

Cu ocazia elaborării proiectului s-a efectuat și un studiu pe model spațial realizat la scara 1/50.

În timpul execuției s-a urmărit comportarea structurii în diverse faze, iar după terminarea lucrării s-a procedat la o încărcare de probă.

Din *Boletin G.P.P.E.—Grupo português de pre-esforcado*, mai 1968

Fig. 1



a *b*

CONDUCTE PROTEJATE CU PERBUNAN — C ȘI REZERVOARE DIN GF — LEGUVAL

Recent a fost realizat un nou produs — o combinație chimică de rășină poliesterică GF—Leguval și elastomeri — care s-a dovedit extrem de util în executarea de conducte și rezervoare pentru lichide sub presiune. Presiunile pot atinge valori mergînd pînă la rezistența de rupere a suportului pe care se aplică pelicula de GF—Leguval. Experiența a dovedit că la realizarea unor astfel de structuri complexe este indicat să se recurgă, în primul rînd, la elastomeri, a căror flexibilitate permite să se reducă apreciabil grosimea suportului pe care se aplică pelicula de GF. Dintre elastomeri este de menționat Perbunan-C — un produs pe bază de cloropren și cauciuc—care se distinge prin stabilitatea sa chimică.

Structurile complexe amintite mai sus prezintă următoarele avantaje :

— rezistență absolută la coroziune ;

— nu necesită întreținere ;

— adaptabilitatea la condiții de lucru anormale ;

— greutatea redusă ;

— punere în operă simplă ;

— durabilitate ridicată ;

— economicitate.

În cazul conductelor protejate cu cauciuc și care servesc pentru transportul de lichide fierbinți se constată — ca urmare a căderii de temperatură din interior spre exterior — posibilitatea apariției fenomenului de difuzare a vaporilor de apă formați prin condensare și deci a apariției unor bule la limita dintre peretele metalic și stratul de protecție din cauciuc. Apariția acestor bule duce la distrugerea relativ rapidă a conductei. În cazul conductelor protejate cu o peliculă de GF—Leguval nu se constată asemenea efecte negative datorită faptului că atît Leguvalul, cît și Perbunan—C au caracteristici termoizolante egale, iar, pe de altă parte, cele două materiale sînt combinate chimic. De aceea se poate conta pe o durabilitate ridicată a conductelor. Stabilitatea termică a conductelor este condiționată în principal de stabilitatea termică a elastomerilor. În cazul Perbunanului—C ea este de 80—100°C.

Încercările preliminare efectuate pe conducte protejate cu GF—Leguval și Perbunan—C au arătat că nici după 2 1/2 ani nu s-au putut constata modificări. Pe baza rezultatelor acestor încercări preliminare s-a putut aprecia la minimum 10 ani durabilitatea lor. În afară de aceasta, conductele astfel protejate sînt mai ieftine decît cele utilizate pînă în prezent.

Conductele de acest tip protejate cu cauciuc moale nu mai necesită etanșări speciale cu flanșe, deoarece protecția din cauciuc moale trasă peste flanșă asigură un grad suficient de etanșare. Prin aceasta se elimină un punct slab din exploatarea tehnică a conductelor.

La conductele de tip tradițional, care necesită etanșări cu bază, se recomandă, datorită stabilității lor chimice, folosirea etanșărilor din Perbunan—C.

CONSTRUCȚIA DE ACOPERIȘURI IN 1970

În cursul ultimilor ani, industria de construcții a avut o evoluție interesantă. În timp ce procedeele mecanizate înlocuiau operațiile manuale și atenția generală era atrasă în principal spre noile materiale, un alt eveniment, desigur mai puțin spectaculos, trecea aproape neobservat: lemnul șarpantelor reușea să-și mențină poziția.

Unul din aspectele acestui fapt rezidă în schimbările profunde care au afectat construcția acoperișurilor caselor de locuit. Aceste acoperișuri erau compuse în trecut dintr-o structură tridimensională cuprinzînd un ansamblu de piese de lemn de forme și dimensiuni diferite solidarizate prin îmbinări specifice, tradiționale. Este practic imposibil să se analizeze eforturile exercitate pe aceste structuri, care foloseau un volum mare de material și o importantă mînă de lucru specializată. Primele eforturi în vederea raționalizării procedeelor de construcție sînt datorite Asociației pentru dezvoltarea lemnului pentru șarpante, care după război a pus la punct acoperișul numit convențional TDA. Acesta se compune din elemente de structură din lemn plasate la distanță de 1,8 m, dar care necesită totdeauna prezența elementelor clasice: pane, căpriori și grinzișoare (șipci).

Acest procedeu permite realizarea de economii și dimensionarea acoperișurilor cu folosirea unor formule de calcul. Se pot de asemenea prefabrica elementele, ceea ce reduce necesarul de mînă de lucru pe șantier și diminuează pierderile datorite intemperiilor.

Posibilitatea de a plia fermele TDA pentru a se facilita transportarea lor constituie o îmbunătățire a metodei.

Cîteva idei noi au fost aduse din S.U.A., unde construcția caselor de locuit nu necesită nici beton sau țiglă pentru acoperișuri, nici cărămizi pentru ziduri, ci mai mult materiale ușoare sub formă de folii.

Pe de altă parte, datorită suprafețelor mari pe care se construiau locuințele, nu se simțea nevoia de a se construi pe verticală, ceea ce a făcut ca suprafața acoperișurilor să fie mai mare decît în Europa și deci mai scumpe.

Acoperișurile din materiale ușoare nu necesitau elemente de susținere și construcția lor în lungime nu favoriza o distribuție longitudinală a încărcărilor. În consecință, în locul structurii tridimensionale frecventă în Europa, constructorii din S.U.A. au pus la punct o structură compusă din ferme identice distanțate la 0,6 m.

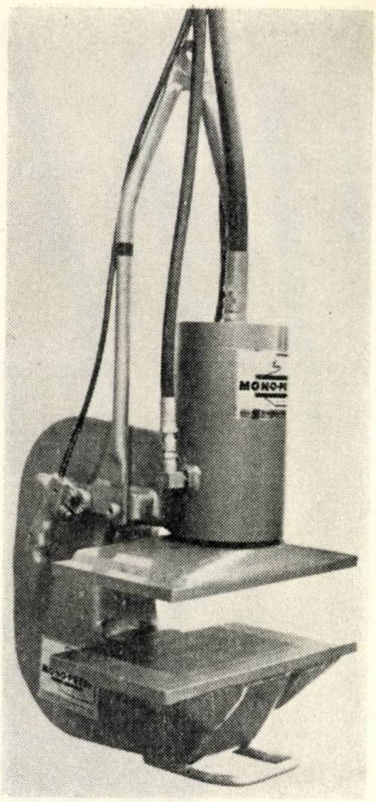


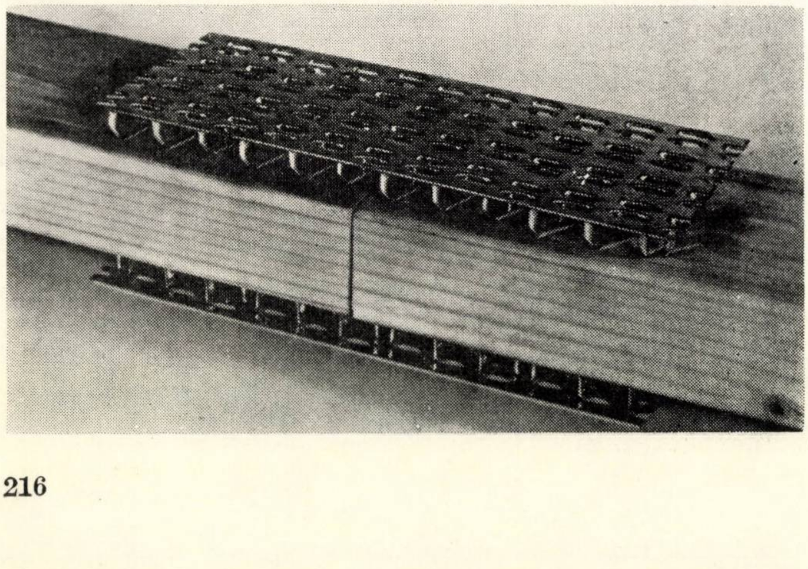
Fig. 2

Cererea mare pentru astfel de structuri a determinat apariția a numeroase firme pentru dezvoltarea pe baze industriale a producției de ferme jumelate.

Fermele jumelate sînt formate dintr-o pereche de ferme unite printr-un plafon; elementele fermelor se pot asambla prin lipire, cu cuie, cu buloane etc. Totuși, pentru producția de masă, îmbinarea mecanică este cea mai indicată. De aceea s-au dezvoltat mai multe tipuri de îmbinări cu plăcuțe speciale metalice ca, de exemplu, cea prezentată în figura 1, care permite asamblarea tuturor elementelor structurii în același plan. Elementele sînt tăiate transversal la lungimea cerută și urmînd unghiurile date și așezate într-un gabarit avînd configurația dorită. Apoi bucățile sînt asamblate cu plăci de metal dispuse pe ambele fețe (superioară și inferioară).

Diferențele fundamentale care marchează diversele sisteme de producție constau în metodele de fixare a plăcilor. Există trei tipuri de mașini: a) presă fixă sub care se introduc succesiv cele două fețe ale fermei ce se asamblează; b) o serie de prese separate, în fiecare punct de îmbinare, fermele rămînînd staționare; c) o presă mobilă care acționează succesiv la fiecare îmbinare, ferma rămînînd staționară.

Fig. 1



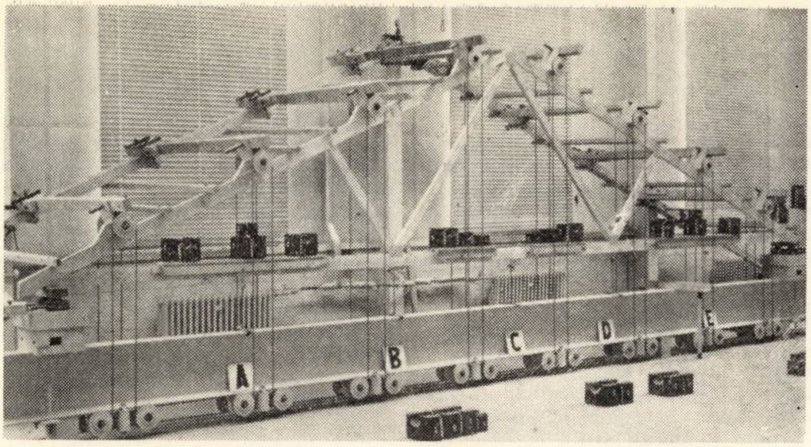


Fig. 3

Pe cel de al treilea tip se bazează maşina Hydro-Air-Mono-Press, care este utilizată curent în Anglia (fig. 2 şi 4).

Fiecare sistem are avantajele şi dezavantajele sale şi alegerea maşinii trebuie făcută în funcţie de capacitatea de producţie, de precizia de execuţie, de costul mîinii de lucru, în raport cu posibilităţile celor care o folosesc, cu piaţa şi cu poziţia geografică.

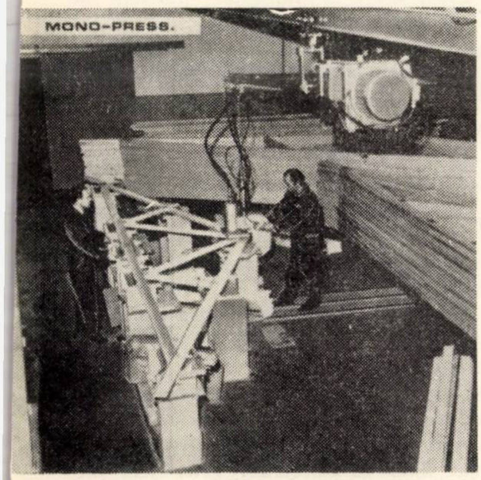
Factorul cel mai important care trebuie să determine alegerea este posibilitatea beneficiarului de a porni activitatea cu minimum de investiţii.

În 1964 a fost instalată prima maşină de fabricat ferme în Marea Britanie. În prezent sînt în exploatare circa 80 de astfel de maşini de mărci diferite. Producţia anuală de ferme jumelate este de aproape un milion de bucăţi.

Este interesant a examina în detaliu avantajele pe care le oferă procedeul cu îmbinări metalice :

1. Pentru un acoperiş clasic cu o suprafaţă plană de 46,5 m^2 şi o pantă de 35° sînt necesari 2 m^3 de grinzi de lemn. Pentru un acoperiş modern, cu aceeaşi înclinare, cu ferme jumelate sînt suficienţi 0,93 m^3, realizîndu-se o economie de 50%.

Fig. 4



2. Metodele clasice de fabricare nu reuşesc să învingă dificultăţile de realizare a îmbinărilor rezistente la întindere, singura soluţie fiind aceea de a construi acoperişuri mult mai înclinate decît este astăzi necesar. Astfel, pentru un acoperiş comparabil cu cel menţionat mai sus este suficientă o pantă de 22 1/2% cu un consum de numai 0,8 m^3 de grinzi, adică o economie de 60%.

3. Executarea acoperişului clasic necesită 30 ore/om de lucru pe şantier ; cu îmbinări armate sînt suficiente 2 1/2 ore, adică o economie de 90%.

4. Calculat la preţurile actuale, acoperişul clasic ar costa 1 080 de franci. Datorită noii metode, preţul poate fi redus la 480 de franci, deci o economie de 55%.

Aceste patru avantaje sînt uşor de evaluat, însă nu şi următoarele :

5. Acoperişurile cu ferme jumelate nu necesită reazeme interioare, lăsînd astfel mai multă libertate arhitectului pentru amenajări.

6. Se poate trece la executarea acoperişului înainte de a fi montaţi pereţii despărţitori, evitîndu-se astfel întîrzierile datorite intemperiilor.

7. Absenţa grinzii de coamă permite o mai bună aşezare a învelitorii, rezultînd o mai bună acoperire la coamă.

8. Fermele pot fi utilizate ca gabarite la executarea timpanelor.

9. Nu este nevoie a se stoca pe şantier lemnăria pentru construcţie ; pe lîngă aceasta, atelierul de şarpante necesită un spaţiu minim.

10. Muncitorii specializaţi în confecţionarea şarpantelor pot fi rapid eliberaţi pentru executarea altor lucrări.

11. Noul procedeu evită risipa şi pierderile pe şantier.

12. Specificaţiile, calculele, concepţia şi supunerea lor spre aprobare autorităţilor locale de construcţii sînt încredinţate fabricanţilor de ferme jumelate, ca făcînd parte integrantă din obligaţiile lor.

13. Seturile complete la acoperişuri sînt livrate la data dorită, uşurînd astfel sarcina şefului de şantier, ca şi munca de pregătire, comenzi şi contabilitate.

14. Sînt eliminate cheltuielile neprevăzute, erorile de deviz şi conjunctura.

Arhitectura şi industria construcţiilor sînt supuse unui ansamblu de prescripţii bazate adesea pe o lungă experienţă, comportînd deci reguli empirice, care permit, datorită încercării materialelor în laborator, să se prevadă comportarea structurilor mai complexe în aplicarea lor practică. Altădată, aceste prescripţii erau aduse la zi treptat, pe măsura acumulării experienţei. În prezent, o dată cu evoluţia rapidă a tehnologiei, prescripţiile sînt în urmă în raport cu practica şi nu pot să se aplice totdeauna pocedeele foarte noi. În această situaţie, singurul remediu este să se recurgă la încercări pentru a analiza comportarea prototipurilor, întocmai cum se procedează în aeronautică.

În Anglia, prescripţiile CP 112 (Folosirea în structuri a lemnului de şarpantă) au fost întocmite sub formă de proiect, astfel încît să satisfacă şi încercările pe prototipuri. Laboratorul pentru încercări de produse forestiere şi-a dat concursul, încercînd mai mult de 250 de ferme jumelate, în cursul ultimilor doi ani (în figura 3 se prezintă un tip de stand pentru încercări).

Din aceste încercări rezultă un fapt incontestabil : rezultatele care se obţin la experimentarea unei ferme construite corect sînt totdeauna mai bune decît cele prevăzute prin calcule.

Nu se poate ignora acest fapt atunci cînd se stabilesc normele de construcţie care trebuie să satisfacă simultan cerinţele de siguranţă şi de economie. Din acest motiv, laboratorul a publicat îndrumări pentru construcţii conform prescripţiilor şi fără referire la calculele clasice.

Ghidată de prescripţiile CP 112, industria nu a rămas în urmă. Producţia creşte rapid, arhitecţii şi constructorii sînt din ce în ce mai conştienţi de revoluţia care are loc şi pare că ceea ce astăzi este o inovaţie, în scurt timp va face parte din tradiţie.

O nouă metodă de construcţie a acoperişurilor pare în sine o realizare modestă, dar în jurul anului 1970 ea va reprezenta un exemplu de colaborare între organizaţiile de cercetare ale statului şi ale industriei.

După *Engeneering in Britain information service*, London, 1969.

RECENZII

INCERC: STUDII ȘI CERCETĂRI nr. 2, 1968

1. Articolul: ,,*Asupra variației răspunsului seismic la clădiri cu puține niveluri*" (autori, ing. D. Diaconu, ing. M. Ițicovici, ing. C. Lupașcu, ing. I. Ciongradi — seria Mecanica construcțiilor) prezintă rezultate experimentale obținute prin modelare electrică analogă a structurilor cu cinci niveluri, privind modificarea răspunsului seismic (în special forța tăietoare de bază și perioadele naturale), în funcție de variația raportului masă-rigiditate, de înălțimea clădirii și de variația naturii terenului de fundație, care sînt parametrii cei mai importanți care pot modifica perioada fundamentală de oscilație a unei construcții.

2. Al doilea articol: ,,*Metodă pentru măsurarea și controlul forței de preîntindere și a variației acesteia în timp la buloanele de înaltă rezistență preîntinse (tensionate)*" (autori, fiz. M. Groper, ing. V. Baușic, prof. ing. G. D'Albon, ing. Șt. Rădvan, ing. P. Vodă — seria Încercări și măsurări în construcții) prezintă un procedeu practic, rapid și precis pentru măsurarea și controlul forței de preîntindere la buloanele de înaltă rezistență folosite la realizarea îmbinărilor la construcții metalice.

Procedeul se bazează pe un dispozitiv simplu — bulon de control prevăzut cu o tije axială — care permite, prin măsurarea alungirii cu ajutorul unui microcomparator, atît determinarea forței de pretensionare la strîngerea bulonului pentru realizarea îmbinării, cît și controlul variației în timp a forței de prestrîngere a bulonului în timpul exploatării construcției.

În articol se mai prezintă și unele cercetări privind rezistența la tracțiune a îmbinărilor cu buloane de înaltă rezistență, în funcție de coeficientul global de frecare dintre filete și piuliță și suprafața exterioară a îmbinării și a variației acestui coeficient în funcție de diferiți factori.

3. În articolul: ,,*Sisteme prismatice din beton precomprimat*" (autor, conf. ing. A. Mihul — seria Beton precomprimat) se trec în revistă, succint, cîteva sisteme prismatice de structuri alcătuite din elemente plane de beton precomprimat, cu armătură preîntinsă, experimentate, în cadrul unor aplicări pe scară redusă, la executarea unor construcții industriale și social-culturale.

Se prezintă modul de alcătuire a diferitelor sisteme din dulapi precomprimați, de formă dreptunghiulară sau trapezoidală realizați în diferite tehnologii (uneori în beton aparent), cu pretensionarea armăturii prin procedee mecanice, care pot fi apoi asamblați sub formă de elemente spațiale (Y, V etc.), avînd lungimi de la 15 la 24 m; se arată în continuare modul de folosire a acestor elemente la acoperișuri și pereți.

4. Articolul: ,,*Cercetări asupra utilizării armăturilor din bare cu profil periodic, cu anumite soluționări specifice privind ancorarea și îmbinarea barelor*" (autori, conf. ing. A. Mihul și asist. ing. A.M. Zăicescu — seria Beton precomprimat), cuprinde o prezentare sumară a unor rezolvări parțiale ale blocajelor pentru barele cu profil periodic din oțel PC 90 folosite ca armături pentru elemente de beton precomprimat.

Dintre sistemele de blocare încercate, articolul recomandă a fi utilizate în practică: blocajele cu inel metalic și compoziție metalică ușor fuzibilă executate la cald; blocajele cu manșoane ambutisate și blocajele din cupoane de oțel sudate pe capetele barelor.

5. Al cincilea articol: ,,*Studiul teoretic și experimental privind fisurarea elementelor de beton armat solicitate la încovoiere cu torsiune*" (autori, ing. R. Crișan, ing. L. Seleș, prof. ing. C. Avram, conf. dr. ing. I. Filimon, ing. I. Deutsch — seria Beton armat) prezintă un studiu teoretic și experimental asupra comportării unor grinzi de beton armat cu secțiune dreptunghiulară solicitate la încovoiere cu torsiune, tratînd în special procesul de fisurare (formarea și dezvoltarea fisurilor, distanța între fisuri, mărimea deschiderii fisurilor etc.).

6. În articolul: ,,*Determinarea căldurii de umezire*" (autor, ing. C. Culiță — seria Fundații) se expune concis o metodă pusă la punct în cadrul INCERC pentru determinarea căldurii de umezire a pămînturilor cu ajutorul unui calorimetru special de tip Janert.

Articolul arată modul de clasificare a pămînturilor în funcție de mărimea căldurii de umezire și utilizarea valorii acesteia pentru stabilirea suprafeței specifice a pămînturilor.

7. Ultimul articol: ,,*Stabilirea condițiilor de fundare pe baza încercărilor de penetrare statică*" (autor, ing. C. Culiță — seria Fundații) conține o utilă prezentare a unei metode expeditive de determinare a condițiilor de fundare — prin încercări de penetrare statică — a construcțiilor civile și industriale amplasate pe pămînturi coezive sau necoezive, sărace în particule grosiere și fără bolovăniș.

Metoda are la bază studiul unui bogat material bibliografic și cercetări efectuate în INCERC cu ajutorul unei aparaturi proprii, pentru utilizarea căreia se dau instrucțiunile necesare și exemple de calcul. Cu ajutorul acestora se pot obține datele necesare pentru estimarea capacității portante a terenului de fundare.

Edgar Schultze și Heinz Muhs

BODENUNTERSUCHUNGEN FÜR INGINIEURBAUTEN

(Cercetări de teren pentru construcții inginerești)

Berlin (Heidelberg) New York
Springer Verlag, 1967

Lucrarea se compune din două părți și anume: partea I se referă la cercetări asupra terenului de fundație necesare proiectării construcțiilor inginerești, efectuate înainte de începerea proiectării și executării acestora, iar partea a II-a se referă la modul de observare a comportării construcțiilor executate după ce acestea au fost date în exploatare.

Capitolul 1 prezintă cîteva indicații asupra programului de lucru și a modului în care urmează să se desfășoare cercetările.

În capitolul 2 se prezintă o clasificare a pămînturilor în trei categorii (necoezive, coezive și de natură organică), arătîndu-se aspecte ale structurii și texturii acestora, precum și componentele chimico-mineralogice. Sînt descrise apoi aspecte ale mărimii și formei particulelor de teren, granulometria și curbele granulometrice, precum și interpretarea acestora pentru diferite tipuri de pămînturi.

Capitolul se încheie prin prezentarea detaliată a sistemelor de clasificare a pămînturilor, printre care sistemul de clasificare american ,,Unified Soil Classification System" și sistemul german de clasificare.

Capitolul 3, capitolul de bază al lucrării, se referă la cercetarea terenului la fața locului. Astfel, se prezintă în mod amănunțit metodologia cercetărilor de suprafață și de adîncime. Dintre cele de suprafață se menționează: cercetări geologice (culegerea datelor și modul de întocmire a hărților geologice), influența plantelor și a bacteriilor asupra formării pămînturilor. Cercetările geofizice întregesc aceste lucrări prezentîndu-se metodologia de lucru. Se prezintă în continuare metoda de cercetare dinamică cu aparate electrodinamice de măsurare.

Modul de prezentare a cercetărilor seismice, dinamice și geoelectrice este completat cu aspecte referitoare la extinderea și absorbția oscilațiilor de către terenul de fundație, precum și cu interpretarea din punct de vedere geotehnic a rezultatelor acestor cercetări.

În continuare se prezintă modul de executare a sondajelor deschise (gropi, șanțuri etc.), a forajelor manuale și mecanice, precum și recoltarea probelor de teren (tulburate sau netulburate).

O atenție deosebită se dă cercetărilor executate cu ajutorul penetrometrelor statice și dinamice.

Astfel, se prezintă o serie de utilaje de penetrare și metodologia de execuție a penetrărilor. Trebuie subliniat caracterul de detaliu al prezentării acestor utilaje, precum și unele instalații moderne de penetrare, cum ar fi: penetrometrul acționat prin vibrare, penetrometrul Plantema, penetrometrul cu con Degebo cu acționare hidraulică și altele. Tot în detaliu se prezintă prin grafice și interpretări metodologia de valorificare a rezultatelor penetrării, pentru aprecierea unor caracteristici geotehnice ale terenului de fundaţie. În acelaşi capitol se prezintă metode de forfecare a terenului la faţa locului, printre care sistemul de forfecare cu palete şi presiometrul „Menard", insistîndu-se, atît asupra modului de lucru cît şi asupra interpretării rezultatelor.

Se indică apoi procedee de lucru pentru cercetarea terenului cu ajutorul plăcilor de încercare (de suprafaţă şi adîncime), pentru determinarea capacităţii portante a piloţilor etc. Tot în acest capitol se arată modul de stabilire a unor caracteristici geotehnice cu ajutorul izotopilor radioactivi.

În continuare se arată cercetări referitoare la determinarea coeficientului de permeabilitate la faţa locului, precum şi o clasificare a terenurilor în funcţie de trecerea apei prin acestea. Astfel, se prezintă aparatul Venturi pentru stabilirea debitului apei, precum şi sistemul Kozeny (cu două puţuri şi pompare) de determinare a coeficientului de permeabilitate.

Acest capitol extins pe mai mult de 1/3 din lucrare se apreciază a fi prezentat într-o manieră practic inginerească şi de un înalt conţinut ştiinţific, ceea ce îl face util, atît în proiectare, cît şi în execuţie.

Capitolul 4, intitulat Cercetări de laborator, prezintă aparatura şi metodologia pentru încercările ce se fac asupra pămînturilor în laborator. Pentru diversele metode folosite, rezultatele se prezintă cifric sub formă de tabele sau sub formă de grafice, indicîndu-se modul de interpretare.

Dintre aspectele mai deosebite prezentate în lucrare se menţionează:

— determinarea greutăţii specifice cu aparatul Erdemenge/Mann;

— analiza granulometrică prin sedimentare cu ajutorul unei metode rapide (după Spoerel), a cărei durată maximă este de numai 35 de minute;

— stabilirea conţinutului de calcar cu aparatul Scheibler;

— umiditatea optimă de compactare folosind aparatul Proctor — Leonard — Farneli;

— limitele de consistenţă cu aparatul Cassagrande şi cu conul de penetrare;

— rezistenţa la compresiune şi forfecare se determină cu aparatură modernă, cu înregistrare automată a diagramelor;

— încercarea triaxială se prezintă în mod detaliat, insistîndu-se atît asupra aparaturii, cît şi asupra interpretărilor, inclusiv presiunea apei din pori.

În încheierea acestui capitol se prezintă unele cercetări speciale, cum ar fi cercetări chimice, la microscop, röntgen, electromicroscopice, termodinamice etc.

Astfel, analiza microscopică permite un studiu optic al terenurilor, prezentîndu-se un microscop polarizor care are capacitatea de mărire de 15 ÷ 300 ori. În felul acesta se pot analiza particule de teren cu dimensiuni mai mici de 2 μ.

Cercetările termodinamice constau din analiza termică diferenţială şi calorimetria diferenţială dinamică.

Partea a doua cuprinde un număr de două capitole extinse pe 211 pagini, din care 140 figuri, 2 tabele şi 46 de relaţii de calcul.

Capitolul 1 al acestei părţi se referă la urmărirea şi măsurarea unor date asupra construcţiilor din pămînt. Astfel, se insistă asupra metodologiei recoltării de probe, executării sondajelor, urmăririi tasărilor şi a lucrărilor construcţiilor de pămînt.

În capitolul următor se prezintă metodele de lucru pentru urmărirea şi efectuarea unor măsurători asupra construcţiilor din zidărie, beton, lemn şi oţel. Astfel, se prezintă metodele de urmărire a tasărilor, deplasărilor orizontale sau înclinărilor construcţiilor, observarea, repararea şi interpretarea fisurilor etc.

În concluzie, pe baza celor prezentate sumar în materialul de faţă, se desprinde concluzia că lucrarea prezintă o deosebită valoare pentru literatura tehnică de specialitate. Prin exemplele expuse, prin metodologia de lucru şi interpretare, se apreciază că lucrarea menţionată este de o mare utilitate tehnico-inginerească, putînd fi folosită cu succes atît în proiectare, cît şi în execuţie. Nivelul său tehnico-ştiinţific ridicat, utilizat de cei doi autori cunoscuţi ca personalităţi deosebit de valoroase în probleme de geotehnică şi fundaţii, sugerează în acelaşi timp metodologii noi în cercetarea terenului de fundaţii, precum şi unele direcţii în care trebuie orientate cercetările din acest domeniu.

Conf. dr. ing. **Marin Păunescu**
asist. ing. **Graţiela Mateescu**

Halasz şi Tantow

GROSSTOFELBAUTEN. KONSTRUKTION UND BERECHNUNG

(Clădiri din panouri mari. Alcătuire şi calcul)

Berlin, Müchen, Varlag von Wilhelm Ernest u. Sohn, 1966 VI + 140 pag., 196 ilustraţii

Apărută recent în caietul nr. 55 din colecţia Bauingenieur — Praxis (Practica inginerului constructor), lucrarea prof. Robert Von Halasz şi a ing. dipl. Günter Tantow de la Universitatea tehnică din Berlin tratează, în lumina celor mai recente cunoştinţe şi rezultate, principalele probleme ale alcătuirii, proiectării şi realizării clădirilor de locuit din panouri mari prefabricate.

Primul din cele şase capitole ale lucrării prezintă şi analizează alcătuirea structurii de ansamblu a clădirilor din panouri mari cu multe şi puţine niveluri în sistemele cele mai larg aplicate în practica mondială: sisteme cvasielastice cu lamele verticale şi şaibe ajustate din fîşii de planşeu şi sisteme rigide din diafragme constituite din lamele în conlucrare, atît prin intermediul îmbinărilor din lungul rosturilor verticale, cît şi prin intermediul şaibelor orizontale formate din panouri de planşeu cu mărimea „pe cameră".

Al doilea capitol expune o gamă largă de sisteme constructive de îmbinare a panourilor de pereţi şi de planşeu, destinate a asigura conlucrarea spaţială a elementelor componente ale lamelelor, diafragmelor şi şaibelor.

Capitolele 3 şi 4 sînt destinate proiectării şi alcătuirii panourilor de pereţi exteriori, de pereţi interiori portanţi şi de planşeu. Dimensionarea din punct de vedere termotehnic a panourilor de faţadă cu structura în „strat unic" sau „în mai multe straturi", problema punţilor de frig şi a barierei contra vaporilor, modul de armare a panourilor de pereţi, dispoziţiile de ordin constructiv pentru corecta montare şi îmbinare a panourilor, constituie obiectul larg dezvoltat al acestor capitole.

Deosebit de amplu este tratată în capitolul 5 problema proiectării rosturilor dintre planşeele de faţadă, a sistemelor de etanşare a rosturilor şi a materialelor de etanşare. După expunerea unor consideraţii privind fenomenele fizico-mecanice ale infiltrării apei din precipitaţii şi a vîntului prin rosturi, se prezintă o serie de soluţionări aplicate în practica din diverse ţări şi rezultatele constatărilor efectuate în legătură cu stabilirea condiţiilor tehnice pe care trebuie să le satisfacă materialele de etanşare (chituri, masticuri, profile). Capitolul se încheie cu o interesantă prezentare a unor degradări constatate în rosturi şi îmbinări, datorită lucrului static de ansamblu al structurilor din panouri mari.

Ultimul capitol şi cel mai dezvoltat se referă la statica structurilor din panouri mari, privind: modul de calcul al încărcărilor verticale şi orizontale aferente fiecărei lamele sau diafragme; dimensionarea diafragmelor pline sau cu goluri de uşi şi ferestre, ţinînd seama sau neglijînd conlucrarea prin intermediul buiandrugilor; efectul de tensiune asupra solicitării diafragmelor verticale în cazul structurilor asimetrice. O serie de exemple de calcul completează acest capitol, întregind lucrarea într-un manual util pentru toţi constructorii din domeniul de proiectare şi realizare a clădirilor din panouri mari.

Ing. **Dan Dragoş Niculescu**

Jodzişski I. L., Makaricev V. V.

KRUPNO-PANELNIE POKRITIEA IZ IACEISTIH BETONOV

Acoperişuri cu panouri din betoane celulare

Moscova, Stroiizdat 1967, 144 pag., 51 fig.

În ultimii ani se manifestă un interes sporit pentru elementele de acoperiş care să îndeplinească atît funcţiune portantă, cît şi termoizolantă.

Utilizarea acestor elemente simplifică şi accelerează executarea acoperişurilor, deoarece prin montarea unui singur tip de element se evită lucrările succesive de realizare a stratului portant, a barierei de vapori şi a termoizolaţiei.

În ţara noastră se utilizează de mai mulţi ani plăci de beton celular cu deschiderea de 3,0 m pentru acoperişurile halelor industriale, iar în ultimul timp s-a studiat utilizarea de panouri cu deschideri de 6,0 m pentru hale industriale (vezi „Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 12/1966) precum şi de fîşii de planşeu cu dechideri pînă la 5,0 m pentru acoperişuri de locuinţe şi clădiri social-culturale (proiect IPCT nr. 1364).

În U.R.S.S., în ultimii 10—12 ani, s-au elaborat diferite tipuri de panouri portante şi termoizolante pentru acoperişuri. La primele aplicaţii, panourile erau alcătuite dintr-un strat portant de beton armat şi un strat neportant din material termoizolant. Ulterior, pe măsura dezvoltării producţiei de betoane uşoare, au început să se utilizeze şi panouri dintr-un singur strat, care să îndeplinească atît rolul de element portant, cît şi termoizolant.

Betonul celular autoclavizat cu densitate aparentă de 600—900 kg/m^3, este considerat ca materialul cel mai avantajos pentru confecţionarea plăcilor de acoperiş portante şi termoizolante. Acest material a cunoscut o dezvoltare rapidă în U.R.S.S., unde prima fabrică modernă de beton celular autoclavizat a fost construită în anul 1953, iar în anul 1965 funcţionau peste 100 de fabrici dotate cu 460 de autoclave, avînd o capacitate de producţie proiectată de cca 5 milioane m^3 pe an. Totuşi, această capacitate de producţie nu a fost folosită decît în proporţie de cca 50%, iar din aceasta cca 72% au constituit-o elementele de mici dimensiuni sub formă de plăci termoizolante pentru acoperişuri şi pentru pereţi la locuinţele mici.

Autorii lucrării recenzate arată că una din cauzele care au dus la utilizarea incompletă şi incorectă a capacităţilor de producţie o constituie informarea insuficientă a majorităţii inginerilor şi cercetătorilor ştiinţifici asupra studiilor şi experimentărilor efectuate în ultima vreme asupra elementelor de mari dimensiuni din beton celular autoclavizat pentru acoperişuri. Se ştie că pentru a se valorifica avantajele betonului celular este necesar să se ţină seama de particularităţile acestui material în special în ceea ce priveşte comportarea sa la umiditate, măsurile de protecţie împotriva coroziunii armăturii etc.

Lucrarea îşi propune să umple lacunele din literatura tehnică de specialitate în problemele practice cele mai importante referitoare la alcătuirea elementelor, tehnologia de confecţionare, montajul şi exploatarea acoperişurilor din elementele de beton celular.

Primul capitol al lucrării prezintă caracteristicile betoanelor celulare, precum şi elementele de acoperiş din beton celular produse în U.R.S.S. Se remarcă numărul mare de tipuri de panouri de acoperiş cu dimensiunile în plan de 6,0 × 1,5 m, între care se găsesc şi elemente armate cu bare din beton precomprimat sau elemente cu stratul inferior din beton precomprimat.

În capitolul al doilea se prezintă schemele constructive ale acoperişurilor cu panouri din beton celular autoclavizat utilizate la clădiri industriale, civile şi agricole. Se dau indicaţii asupra calculului static şi termotehnic al acoperişurilor, dîndu-se o deosebită importanţă măsurilor care trebuie luate împotriva umezirii betonului celular.

Al treilea capitol dă indicaţii detaliate asupra calculului panourilor de acoperiş din beton celular la rezistenţă şi deformaţii. Indicaţiile se referă, atît la elemente cu armătură obişnuită, cît şi la elemente precomprimate din două straturi sau armate cu bare de beton precomprimat.

Un capitol special tratează problemele privind confecţionarea panourilor de beton celular într-unul şi în mai multe straturi. Se dau indicaţii asupra modului de executare a panourilor cu goluri pentru ventilaţie, asupra sistemului de realizare a contrasăgeţii fundurilor tiparelor în care se toarnă panourile, asupra formării barelor de beton armat şi beton precomprimat pentru armarea panourilor etc. În acelaşi capitol se dau indicaţii detaliate asupra recepţionării şi depozitării panourilor, precum şi asupra reparării defectelor.

Al cincilea capitol prezintă particularităţile desfăşurării lucrărilor de execuţie a acoperişurilor cu panouri de beton celular, indicîndu-se măsurile de prevenire a deteriorării panourilor la transport şi montaj, dispozitivele de ridicare utilizate, şi protecţia betonului celular împotriva umezirii în perioada de execuţie; pentru uscarea panourilor de acoperiş montate se consideră deosebit de avantajoasă utilizarea de radianţi de raze infraroşii care să circule în interiorul încăperilor.

În ultimul capitol se expun o serie de rezultate ale observaţiilor făcute asupra unui mare număr de acoperişuri şi planşee de pod cu panouri de beton celular, dintre care unele s-au găsit în exploatare timp de 24 de ani. S-au constatat defecte la plăci cu grosimea de 12—14 cm utilizate la clădiri cu umiditate ridicată, în timp ce panourile de grosimi mari (20—24 cm) s-au comportat bine chiar în condiţii de umiditate mai ridicată. Canalele de ventilaţie din corpul plăcilor au contribuit sensibil la reducerea în timp a umidităţii betonului celular, iar panourile au dovedit o bună comportare în exploatare la acoperişuri de locuinţe. În construcţii agrozootehnice cu umiditatea aerului din interior pînă la 97% comportarea plăcilor a fost sensibil influenţată de calitatea materialelor. Astfel, au dovedit o bună comportare plăcile de beton celular cu ciment, de tip gazbeton, utilizate la acoperişuri fără ventilare. Plăci din acelaşi material, preparat însă cu ciment de zgură, au avut o comportare defavorabilă la alte construcţii, unde au fost necesare măsuri pentru ventilarea acoperişurilor şi prevederea unei bariere de vapori. Rezultatele cele mai defavorabile s-au obţinut cu plăci de beton celular cu cenuşă şi var (de tipul betonului celular produs la I. P. B. C. A. Doiceşti), la care, în cazul unui grajd de vaci, după doi ani de exploatare, s-au produs fenomene de desprindere a stratului de protecţie a armăturii şi de coroziune a acesteia, care au împiedicat utilizarea în continuare a construcţiei.

Lucrarea tratează detaliat şi multilateral aspectele legate de proiectarea, producerea şi utilizarea elementelor de acoperiş din beton celular autoclavizat pe baza experienţei sovietice. Ca o lipsă trebuie totuşi menţionat spaţiul prea redus acordat realizărilor din alte ţări, unde există o experienţă bogată în utilizarea acoperişurilor din plăci de beton celular autoclavizat (Suedia, Norvegia, R. F. a Germaniei etc.).

Ţinînd seama de faptul că în momentul actual, în ţara noastră, situaţia utilizării betonului celular autoclavizat prezintă multe asemănări cu cea din U.R.S.S., respectiv capacitatea de producţie a fabricilor este utilizată în mare parte pentru elemente de mici dimensiuni, considerăm că prezintă un interes deosebit o lucrare care tratează problema elementelor de beton celular autoclavizat de mari dimensiuni pentru acoperişuri.

Ing. **G. Calmanovici**

CRONICĂ

SIMPOZION R.I.L.E.M.

Dezvoltarea maşinilor de încercare pentru construcţii
Stuttgart, R.F.G., 25—30 martie 1968

RILEM, ca organizaţie internaţională reprezentativă a laboratoarelor de încercări pentru construcţii, a căutat să sprijine doleanţele exprimate de numeroase laboratoare care au sesizat faptul că dezvoltarea şi diversificarea maşinilor moderne de încercare creează în prezent o oarecare dezorientare la stabilirea liniei optime de urmat în dotările imediate şi în special în cele de perspectivă.

În consecinţă, RILEM a iniţiat, la propunerea prof. L'Hermite din 1965, un simpozion cu titlul „Dezvoltarea maşinilor mecanice de încercare pentru construcţii", la care să participe atît delegaţii laboratoarelor de încercări, cît şi reprezentanţii principalelor uzine producătoare de maşini mecanice de încercare.

Participarea la simpozion — aproape 170 de delegaţi — a depăşit toate prevederile, ceea ce a constituit în oarecare măsură o surpriză şi în acelaşi timp confirmarea utilităţii unei asemenea consultări ştiinţifice.

Organizarea simpozionului a fost asigurată de ,,Amtliches Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen, Otto Graf Institut an der Universität Stuttgart", sub conducerea prof. G. Weil.

Comunicările, grupate pe cele patru teme principale ale simpozionului, respectiv

- tema I — Maşini pentru încercări statice şi de durată;
- tema II — Maşini pentru încercări la oboseală şi dinamice;
- tema III — Maşini şi dispozitive pentru încercarea elementelor de construcţii;
- tema IV — Maşini şi dispozitive de încercări privite din punctul de vedere al încercării materialelor propriu-zise,

au fost multiplicate în prealabil şi difuzate anterior.

Ca urmare, la simpozion s-au ţinut numai referate de sinteză pe teme, în care s-au trecut rezumativ în revistă comunicările respective, încercînd a se trage concluzii cu caracter general. Fiecare referat de sinteză a fost urmat de discuţii.

Programul lucrărilor a fost următorul:

Luni, 25 martie

9,30 — Cuvîntările de deschidere ale delegaţilor Landului Baden-Württemberg, oraşului Stuttgart, Asociaţiei germane pentru încercarea materialelor şi Comisiei permanente RILEM.

11,00 — Referatele introductive

G. Weil — Securitate şi economie prin încercări şi controlul calităţii.

H. Hild — Mijloace pentru garantarea preciziei la măsurarea forţelor în cursul încercărilor.

F. Pilny — Interacţiunea între standardizarea şi dezvoltarea maşinilor de încercare.

14,30 Tema I — Maşini pentru încercări statice şi de durată. Raportor general: H. Solmitz.

16,30 Tema II — Maşini pentru încercări la oboseală şi dinamice. Raportor general: W. Fuhrmann.

Marţi, 26 martie

9,00 Tema III — Maşini şi dispozitive pentru încercarea elementelor de construcţie. Raportor general: R. Nüsslein.

11,00 Tema IV — Maşini şi dispozitive de încercare privite din punctul de vedere al încercării materialelor propriu-zise. Raportor general: M. Pfender.

14,00 Tema IV—1 — Maşini pentru încercarea betonului, pietrelor şi lianţilor. Raportor: R. Ioosting.

15,00 Tema IV—2 — Maşini pentru încercarea oţelului şi materialelor metalice. Raportor general: G. Iacoby.

16,00 Tema IV—3 — Maşini de încercare pentru materiale plastice utilizate în construcţii. Raportor: R. Meyer.

17,00 Tema IV—4 — Dispozitive pentru încercări la temperaturi înalte. Raportor: H. Schwiete.

În continuare a urmat un program de vizite:

Miercuri 27 martie. S-a făcut o vizită la ,,Amtliches Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen, Otto Graf Institut an der Universität Stuttgart" din Stuttgart-Vaihingen.

Joi, 28 martie. Vizitarea fabricii de maşini de încercare ,,Mohr u. Federhaff-Mannheim.

Vineri, 29 martie. Vizitarea secţiei de maşini de încercare a uzinelor M.A.N. (Maschinenfabrik Augsburg—Nürnberg) din Nürnberg.

Sîmbătă, 30 martie. Vizitarea fabricii de maşini de încercare ,,Amsler"Schaffhausen (Elveţia).

*

Referatele de sinteză au fost, în general, judicios întocmite şi au reuşit să scoată în evidenţă tendinţele actuale şi direcţiile de dezvoltare de perspectivă pentru temele tratate.

Problemele au fost prezentate şi discutate la un nivel de strictă specialitate, insistîndu-se asupra aspectelor constructive ale maşinilor de încercare, în special asupra dispozitivelor de reglare şi automatizare.

S-a remarcat însă — atît din conţinutul referatelor de sinteză, cît şi în cadrul discuţiilor — că simpozionul constituie de fapt un schimb de informaţii cu privire la nivelul producţiei maşinilor mecanice de încercare în Europa Occidentală, în particular al celor produse de marile fabrici din R.F.G. (Losenhausen, Mohr u. Federhaff, M.A.N., Schenk, Frank) şi Elveţia (Amsler). S-a resimţit, ca urmare, absenţa informaţiilor asupra maşinilor de încercare produse în Marea Britanie, Japonia şi S.U.A., ceea ce a restrîns în oarecare măsură orizontul lucrărilor simpozionului. Totuşi, deoarece aceste fabrici reprezintă principala sursă de aprovizionare a laboratoarelor şi institutelor de încercări şi cercetări în construcţii din Europa — în particular şi pentru ţara noastră — iar participarea a fost exclusiv europeană, din punct de vedere practic eficacitatea simpozionului nu a fost limitată prin restrîngerea sus-menţionată.

În conformitate cu regulamentul RILEM, în cadrul simpozionului nu s-a făcut reclamă deschisă pentru vreo firmă şi nici nu s-au distribuit prospecte sau alte documentaţii în afara textelor comunicărilor. Totuşi, deoarece atît autorii comunicărilor, cît şi raportorii generali au relaţii strînse sau chiar fac parte din conducerile fabricilor menţionate, textele prezentate au avut tendinţa de a scoate în evidenţă maşinile produse de cîte una dintre fabrici.

În general, s-a arătat că tendinţa de dezvoltare a maşinilor de încercare statică merge pe linia controlului procesului de deformaţie, transformînd prin reglaje programate maşinile hidraulice curente relativ elastice în maşini perfect rigide sau cu rigiditate comandată.

În domeniul maşinilor de încercare la cicluri de încărcări repetate se merge, de asemenea, pe realizarea de programe comandate cu caracteristici date sau cu spectre aleatorii (random).

În toate cazurile, comanda electronică a maşinii depăşeşte cu mult, ca importanţă şi cost, partea hidraulică pentru încercarea propriu-zisă.

Ca urmare, numeroşi participanţi au insistat asupra faptului că, faţă de lărgirea extremă a domeniului posibilităţilor maşinilor de încercare, cresc şi pretenţiile de competenţă şi răspundere faţă de cei care au sarcina de a comanda asemenea maşini. S-a arătat că la alegerea tipurilor de maşini, criteriile obiective legate de domeniu, adaptabilitate, versatilitate, comoditate, preţ sînt deseori neglijate în favoarea unor criterii subiective, în funcţie de aspecte de modă şi prestigiu.

Fără a se subestima importanţa comenzilor şi programelor electronice, de neînlocuit pentru unele cercetări fundamentale şi pentru încercări la solicitări cu caracter aleatoriu (cutremur, vînt) sau de durată, s-a atras atenţia asupra faptului că maşinile de tip clasic, cu automatizări simple şi comode, trebuie să constituie baza producţiei de maşini de încercare.

Din R. S. România au participat patru delegaţi, reprezentînd laboratoarele de încercări mecanice în construcţii ale INCERC, ICMPC, Inst. politehnic Iaşi şi Inst. mine Petroşani.

Delegaţii români au intervenit în discuţiile referitoare la probleme de metodologie pentru reproducerea încărcărilor seismice şi a pierderilor de tensiune din armături pretensionate, precum şi în cele privitoare la încercările de aderenţă pe vergele profilate.

În cadrul discuţiilor s-a ridicat şi problema absenţei în programele de fabricare a unor instalaţii de încercare pe elemente de construcţii, care să poată funcţiona în condiţiile dificile de la fabricile de prefabricate, pentru controlul curent al producţiei.

La discuţii, unii vorbitori, în principiu de acord cu problema ridicată, au contestat însă utilitatea controlului periodic al producţiei de elemente de construcţie la fabricile de prefabricate prin încercări pe loturi, considerînd că aceasta ar contraveni ideii ,,agrementării". Într-adevăr, o dată un element verificat experimental cu ocazia agrementării oficiale, asigurarea calităţii prescrise a materialelor şi procesului tehnologic trebuie să asigure automat comportarea corespunzătoare a elementului. Ideea este interesantă şi merită a fi analizată şi în condiţiile din ţara noastră.

În ansamblu, simpozionul RILEM a dovedit utilitatea unor asemenea reuniuni internaţionale cu tematică limitată la un număr restrîns de probleme concrete, la care, printr-un schimb larg şi deschis de păreri, se poate obţine clarificarea şi reliefarea tendinţelor obiective de dezvoltare imediată şi în perspectivă.

Dr. ing. **M. Tannenbaum**

Al V-lea Congres internaţional de „luptă contra zgomotului" Londra — 13-18 mai 1968

Sub auspiciile Asociaţiei internaţionale de luptă contra zgomotului (AICB), cu sediul la Zürich, asociaţia engleză ,,Noise Abatement Society" a organizat la Londra, între 13 şi 18 mai 1968, cel de al V-lea Congres internaţional. Au participat 300 de delegaţi din 28 de ţări din care menţionăm: prof. ing. F. Brukmayer (Austria), prof. dr. W. Klosterköther (R.F. a Germaniei), prof. Gl. Fuchs (Argentina), prof. L.H. Schandinischky (Israel), prof. G. Wakstein (S.U.A.) ş.a. Tematica congresului s-a referit la aspectele multiple ale acţiunii zgomotului, factor nociv asupra omului, în industrie şi în oraşe, analizîndu-se implicaţiile medicale, tehnice şi juridice privind măsurile de combatere şi limitare a nivelului său la valori admisibile.

Din ţara noastră a participat ing. M. Grumăzescu, secretar al comisiei de acustică a Academiei R.S.România, prezentînd comunicarea ,,Reducerea zgomotului în sălile mari prin tratament acustic", conf. dr. ing. Virgil Focşa, din Institutul politehnic-Iaşi, care a prezentat comunicarea ,,Metodă de determinare a capacităţii de izolare a clădirilor la zgomotele aeriene şi de impact". A mai participat arh. Tudor Georgescu din partea Institutului de proiectare al Ministerului Industriei Uşoare.

Comunicările prezentate s-au referit la natura şi caracterul surselor de zgomot, în continuă creştere. S-a evidenţiat faptul că circulaţia intensă stradală, care pe autostrăzi atinge 40 000 vehicule/oră, dezvoltarea industrială prin folosirea maşinilor de mare turaţie şi a instalaţiilor zgomotoase, creşterea transporturilor aeriene cu avioane turboreactoare şi în perspectivă supersonice, determină creşterea nivelului şi a spectrului de frecvenţă ale zgomotului exterior şi ale vibraţiilor infrasonore şi supersonice care supun omul la acţiuni vibratorii şi care afectează integritatea sa biologică şi spirituală, constituind un factor nociv de prim ordin, în permanentă dezvoltare. Asupra construcţiilor, vibraţiile mediului înconjurător, acţionînd într-un domeniu larg de frecvenţe, produc fisuri şi degradări care în timp determină deteriorarea lor. Zgomotul este o acţiune extrem de nocivă, produs al dezvoltării industriale, factor conex al progresului, dar cu implicaţii negative care necesită măsuri pe scară largă pentru limitarea sa la valori acceptabile, corespunzătoare gradului de adaptabilitate a omului la condiţiile mediului.

Comunicările medicale s-au referit la efectele complexe şi nocive ale zgomotului asupra organismului omenesc şi la folosirea sunetelor la diagnosticul medical.

În legătură cu aspectul medical, unele comunicări din Austria, Elveţia, R.F. a Germaniei s-au referit la nivelul admisibil de intensitate sonoră în cartierele rezidenţiale, stabilindu-se la 40—50 dB ziua şi 35—40 dB noaptea. S-a precizat de asemenea că zgomote cu nivelul de intensitate sonoră mai mare de 85 dB sînt inacceptabile pentru sănătatea omului.

Pentru limitarea nivelului sonor al zgomotelor din circulaţia stradală, prof. F. Brukmayer (Austria) propune o delimitare mai riguroasă a zonelor de mare circulaţie din oraşe, inaccesibilitatea totală a unor străzi la circulaţia autovehiculelor între orele 22 şi 6, adoptarea de străzi centură pentru traficul de tranzit, trasee limitative pentru motociclete şi autocamioane etc.

În Elveţia, controlul nivelului zgomotului stradal este organizat prin folosirea barometrelor de zgomot, amplasate pe arterele mari de circulaţie. La construcţia şi dezvoltarea oraşelor se prevăd zone verzi care, delimitînd zonele de mare circulaţie, să ducă la absorbţia şi micşorarea zgomotului aerian exterior.

În marile oraşe, Basel de exemplu, sînt preconizate autostrăzi inelare cu debuşeu de autostrăzi radiale rezemate pe căi aeriene deasupra zonelor construite existente.

Limitarea zgomotului datorit traficului aerian este preconizată prin amplasarea aeroporturilor la distanţe de 15—20 km, faţă de oraşe, prin trasee de decolare şi aterizare obligatorii, prin adoptarea unor unghiuri de decolare şi aterizare corespunzătoare unui zgomot minim, folosirea de amortizoare de zgomot la ambalarea motoarelor la sol, folosirea zonelor verzi între oraş şi aeroport, limitarea folosirii avioanelor cu decolare şi aterizare verticală şi a avioanelor supersonice, a căror nocivitate datorită zgomotului este considerată ca maximă.

În industrie se pune accentul pe obţinerea de maşini, utilaje şi instalaţii silenţioase, spectrograma zgomotului produs de agregatul în funcţiune fiind folosită drept criteriu de recepţie calitativă. Contra zgomotului produs de circulaţie sînt indicate motoarele antivibratile cu magneţi permanenţi. În combaterea zgomotului industrial s-au obţinut rezultate pozitive prin utilizarea ecranelor antivibratile.

Micşorarea zgomotului în clădiri este obţinută în Italia prin folosirea pereţilor dubli, cu strat de aer intermediar, ca şi prin clădiri cu pereţi cortină şi aer condiţionat.

Pentru micşorarea zgomotului datorit instalaţiilor în clădiri sînt preconizate scheme cu distribuţii orizontale şi izolarea conductelor cu strat fonoabsorbant continuu între pardoseală şi placa de beton armat. Rezemarea coloanelor este prevăzută cu brăţări antivibratile, confecţionate cu inele de cauciuc direct în fabrici.

Cercetările efectuate în S.U.A. scot în evidenţă faptul că costurile aferente măsurilor de protecţie fonică sînt compensate de condiţiile obţinute prin ridicarea productivităţii muncii şi asigurarea confortului. Măsurile efective adoptate pînă în prezent sînt însă restrînse, ceea ce este cu atît mai important cu cît perspectiva de creştere a zgomotului face ca problema să devină deosebit de actuală.

Pentru limitarea zgomotelor în cadrul şantierelor s-au prezentat utilaje silenţioase din care menţionăm: ciocane pneumatice cu carcase fonoabsorbante, compresoare amplasate sub corturi fonoabsorbante, echipamente fonoabsorbante pentru muncitori (Elveţia) etc.

Interesante au fost comunicările din Anglia privind acţiunea vibraţiilor sonore, ultrasonore şi infrasonore asupra clădirilor vechi şi noi din Londra şi măsurile prevăzute pentru micşorarea fisurilor prin rezemarea elastică pe resorturi, perne de cauciuc, plăci de cauciuc şi azbest, plăci de plumb.

Lucrările congresului au reliefat importanţa studiilor şi a măsurilor de combatere a zgomotului, factor nociv în continuă dezvoltare. Nivelul ridicat al conţinutului comunicărilor, exigenţa prezentărilor şi discuţiile purtate fac ca această manifestare internaţională să reprezinte un aport esenţial la dezvoltarea colaborării ştiinţifice internaţionale şi a consolidării păcii. Comunicările prezentate de delegaţia română s-au bucurat de interes şi aprecieri pozitive. Numeroşi oameni de ştiinţă şi-au manifestat interesul de a cunoaşte realizările obţinute de ţara noastră pe tărîm cultural, economic şi social. Ei şi-au exprimat dorinţa de a vizita România şi de a participa la viitoarele manifestări ştiinţifice.

În cadrul congresului s-a organizat o expoziţie de aparatură în domeniul vibraţiilor şi acusticii, care s-a bucurat de succes.

Ne propunem ca în colaborare cu DSAPC-Iaşi să extindem şi să dezvoltăm preocupările noastre referitoare la combaterea zgomotului în industrie, oraşe, locuinţe.

Conf. dr. ing. **V. Focşa**

Al IV-lea Salon al industrializării construcţiilor (SAIE) Bologna, 5 — 13 octombrie 1968

În perioada 5—13 octombrie 1968 a avut loc la Bologna al IV-lea Salon internaţional al industrializării construcţiilor, manifestare importantă care a reunit numeroase firme producătoare de materiale de construcţii şi instalaţii, elemente prefabricate, utilaje de construcţie etc., din Italia şi alte ţări.

Exponatele au fost amplasate în opt pavilioane, două şoproane şi două plat-

---

* Pe baza materialului cules cu ocazia unei vizite documentare.

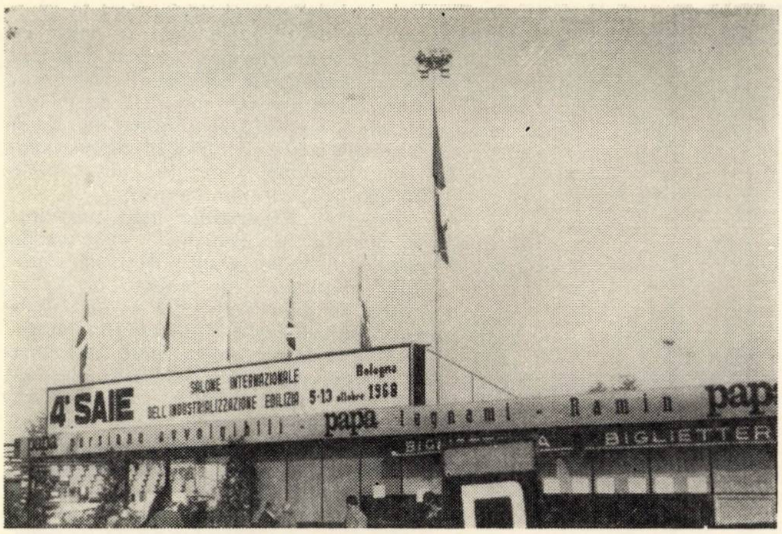

4° SAIE
SALONE INTERNAZIONALE DELL'INDUSTRIALIZZAZIONE EDILIZIA
Bologna 5-13 ottobre 1968
papa
BIGLIETTERIA

Fig. 1. Vedere generală – intrare

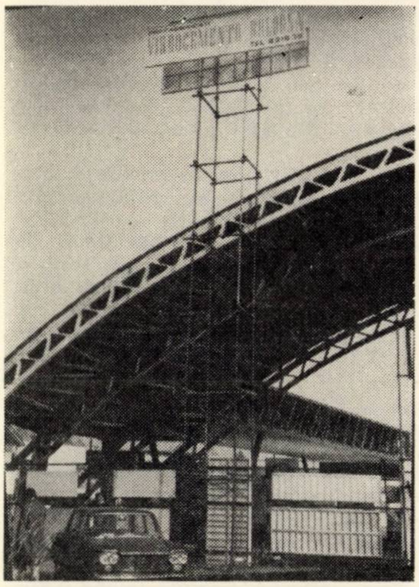


Fig. 2. Arce prefabricate tip Vibrocemento

forme descoperite şi s-au grupat pe următoarele teme principale:

1. materiale de construcţie (produse ceramice, materiale de finisaj, materiale pentru izolaţii hidrofuge, termice şi fonice etc.);
2. elemente prefabricate;
3. procedee constructive;
4. aparatură şi instalaţii tehnice;
5. utilaje şi dotări pentru şantiere;
6. utilaje pentru producerea elementelor prefabricate de beton armat.

În cadrul salonului internaţional au mai fost organizate standuri ale publicaţiilor italiene de construcţii, precum şi birouri de informaţii ale unor instituţii specializate din Italia şi alte ţări (U.R.S.S., R. S. Cehoslovacia şi Anglia).

Într-un pavilion special s-au desfăşurat consfătuiri pe diferite probleme interesînd industrializarea construcţiilor (Materialele ceramice în cadrul construcţiilor de locuinţe construite cu sprijinul statului; Aspecte ale proiectării şi producţiei elementelor prefabricate; Construcţiile industrializate din oţel în Europa; Protecţia muncii în construcţiile prefabricate la lucrările de construcţii cu folosirea prefabricatelor; Prefabricarea deschisă).

Industria ceramică, foarte dezvoltată în Italia, expune o gamă diversă de produse (mozaic ceramic, panouri decorative pentru pereţi interiori şi exteriori, plăci pentru pardoseli şi pavaje etc.). Un efect estetic deosebit se obţine cu cărămizi cu faţa exterioară realizată în culori vii produse de firma „Industria Bolognese Laterizi". Aceste cărămizi au o bună rezistenţă la agenţii atmosferici.

Pentru izolaţii hidrofuge se prezintă o serie de materiale cu caracteristici superioare între care Siplast, format din bitum, fibre de sticlă şi metal (aluminiu sau cupru), livrat în rulouri. Materialul este autoportant şi poate fi utilizat într-un singur strat la acoperişuri cu pante peste 8%. Foliile se lipesc între ele prin încălzire sau cu bitum fierbinte. Documentaţia firmei arată că s-au utilizat pînă în prezent 25 milioane m^2 de Siplast în toată lumea.

O serie de firme expun rulouri (obloane) de aluminiu şi material plastic, arătînd că acestea se caracterizează prin greutate redusă, durabilitate, întreţinere uşoară etc.

Pentru eliminarea umidităţii din ziduri se prezintă elementul aerator Pentagono, care se introduce în goluri perforate în zid şi asigură uscarea acestora.

Elementele prefabricate de beton armat prezentate în cadrul expoziţiei sînt destinate în special construcţiilor industriale. Astfel, firma „Vibrocemento" din Bologna produce elemente pentru arce cu trei articulaţii cu deschideri pînă la 50 m. Aceeaşi firmă mai produce ferme cu deschideri pînă la 20 m, grinzi Y cu lungimi pînă la 29,4 m, elemente pentru bolţi cu structură reticulară şi deschideri de 10–35 m şi greutate proprie de 35–70 kg/m^2 etc. Pentru acoperişuri de hale industriale se prezintă şi elemente de suprafaţă tip HPV, în formă de hiperboloid, din beton precomprimat cu grosime de 5–10 cm, lăţimea de 2,50 m şi deschideri de 10–12 m. Elementele reazemă pe grinzi precomprimate prevăzute la partea superioară cu lăcaşuri pentru rezemarea elementelor de suprafaţă.

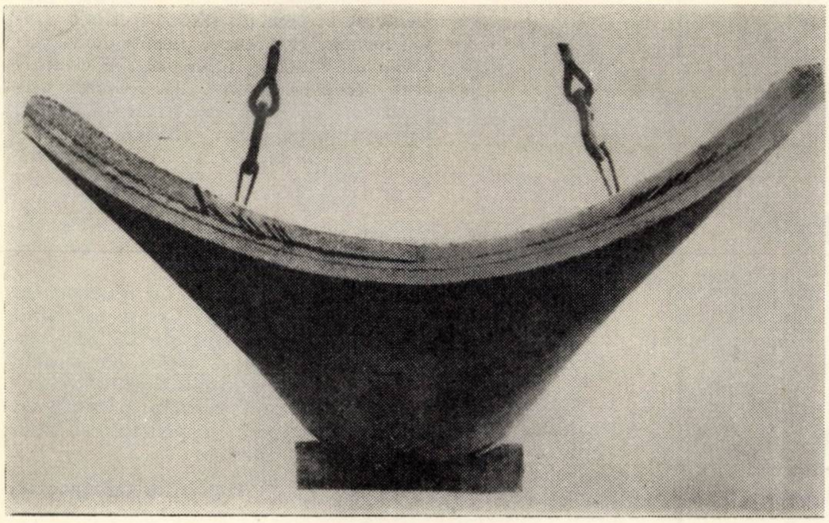
O serie de exponate prezintă structuri integral prefabricate pentru construcţii industriale, agricole şi de locuinţe. Astfel, sistemul Errevi permite executarea rapidă a construcţiilor industriale şi agricole din elemente de beton armat. Elementele se pot monta şi demonta, dîndu-se exemplul unui şopron cu o suprafaţă de circa 100 m^2 montat complet în 4 ore.

Dr. ing. Francesco Vanich expune un prototip de vilă integral prefabricată din elemente de beton armat. Întreaga clădire reazemă numai pe un stîlp central şi planşeul se găseşte ridicat de la sol, astfel că permite utilizarea aproape integrală a spaţiului de sub clădire pentru circulaţie, parcaje etc. Autorul proiectului arată că avantajul principal al propunerii sale rezidă din conservarea terenului natural şi apărarea naturii.

Structurile metalice pentru acoperişuri de hale industriale sînt reprezentate de mai multe sisteme, între care sistemul american Behlen, care realizează acoperişuri integral prefabricate cu deschideri pînă la 100 m, din profile şi foi de tablă ondulată zincată îmbinate pentru a forma o structură spaţială portantă. Foile de tablă ondulată care formează tavanul şi învelitoarea au şi rol portant în cadrul structurii.

Garajul „Box", prezentat în cadrul expoziţiei, reprezintă un element spa-

Fig. 3. Element de suprafaţă tip HPV



ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1983

Polytechna
we know how
Polytechna
colaborează
cu dv.
în probleme
care v-au răpit
mult timp
preţios.

Experţii noştri sînt gata să vă împărtăşească experienţa lor şi să vă ajute la rezolvarea problemelor dv. de investiţii.

Cunoştinţe tehnice,
experienţă îndelungată,
rezolvare promptă.

Polytechna,
Václavské námesti 8,
Praha 1, Cehoslovacia

Publicom

ţial de beton armat prefabricat în greutate de 8—10 tone, care se aduce cu un mijloc de transport special şi se lasă pe amplasament în timp de cîteva minute. Garajul se livrează complet, cu poartă metalică, instalaţii de iluminat etc. După documentaţia distribuită în cadrul expoziţiei, în Italia se produc anual peste 20 000 de garaje de acest tip.

Deosebit de original este procedeul de construcţie ,,Binishell'' elaborat de arhitectul italian Dante Bini, care permite executarea de cupole de beton armat cu diametrul pînă la 60 m, cu ajutorul unui cofraj pneumatic. Interesant este faptul că betonul se toarnă la sol peste cofrajul pneumatic dezumflat şi se ridică apoi la cota necesară pentru a forma cupola, prin umflarea cofrajului. Printr-o dispoziţie specială a armăturii se permit alungiri în timpul umflării cofrajului, iar fisurarea betonului în timpul ridicării este evitată prin acoperirea cu o membrană de material plastic extensibil şi printr-o vibrare suplimentară. Cupole de acest fel au fost realizate în mai multe exemplare în Italia şi S.U.A.

Se prevede executarea unei cupole Binishell cu deschiderea de 30 m chiar în cadrul salonului internaţional de la Bologna.

Pe două platforme exterioare se prezintă macarale, schele, cofraje şi alte utilaje şi dotări pentru şantiere. Se remarcă numărul mare de tipuri de macarale turn pe pneuri, care permit o deplasare uşoară de la un şantier la altul, precum şi în interiorul şantierului.

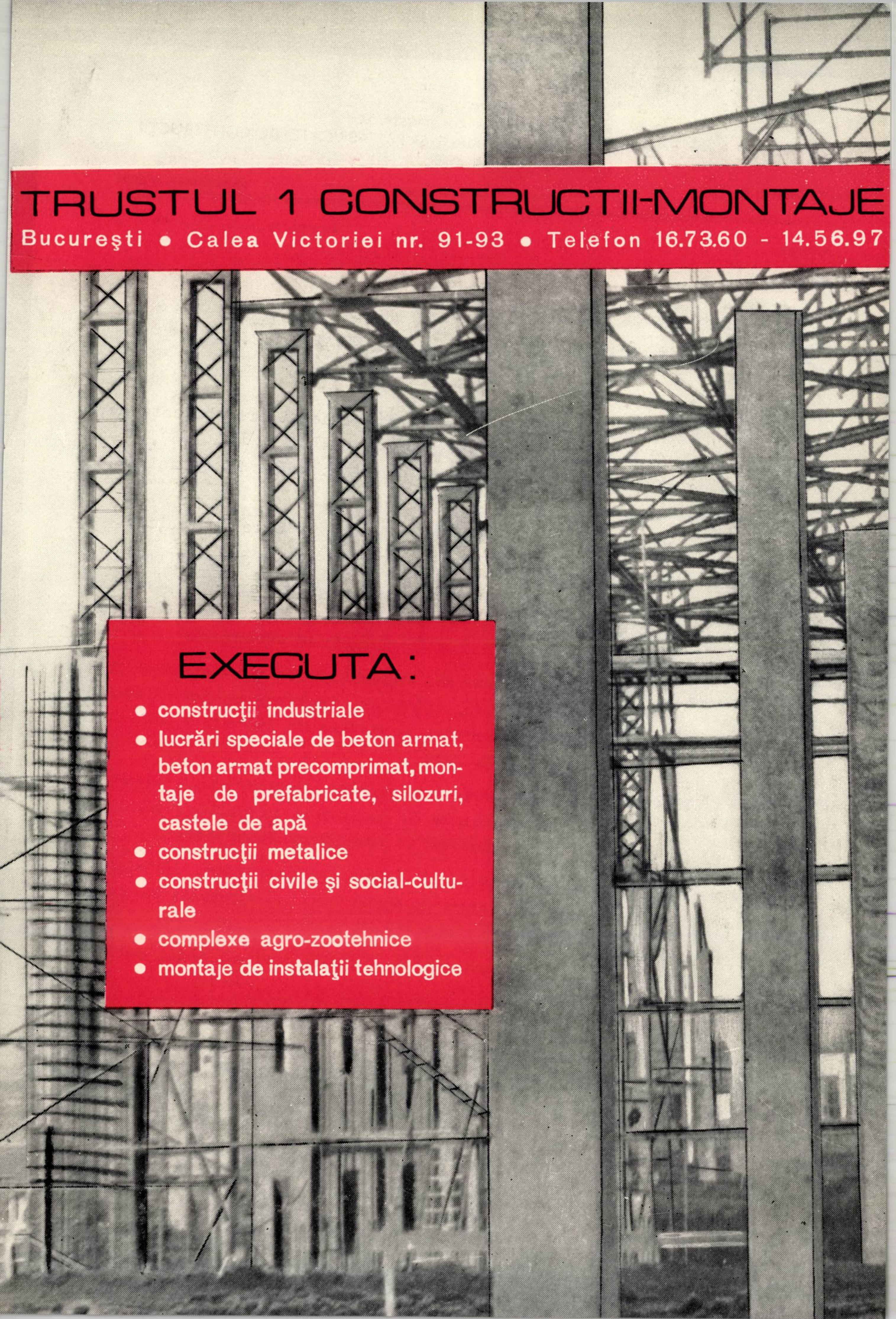
Mai multe firme prezintă cofraje de inventar de lăţimi mici şi greutate redusă care permit realizarea de suprafeţe cu diferite dimensiuni. Pentru turnarea pereţilor se remarcă cofrajul ,,Durapreg'' din panouri cu faţa din material plastic armat cu fibre de sticlă şi miezul cu structura fagure.

Panourile au dimensiunile de 3 000 × × 1 000 × 50 mm, însă la cerere se pot realiza şi în alte dimensiuni. Ele se caracterizează printr-o greutate redusă (circa 15 kg/m^2), suprafaţă netedă, rezistenţă ridicată etc. După datele reprezentantului firmei producătoare, un panou de cofraj s-ar putea utiliza de circa 100 de ori (respectiv de 50 de ori pe fiecare faţă) şi în condiţiile de preţuri din Italia ar concura cofrajele de lemn şi metal.

Pentru producţia de elemente prefabricate se prezintă diferite utilaje pentru formare şi vibrare, pentru confecţionarea armăturilor, manipularea elementelor prefabricate etc. Se remarcă dispozitivul de agăţare PEM—KAPPA, destinat manipulării elementelor prefabricate, cu capacitate de ridicare pînă la 12 000 kg. Urechea de agăţare din cablu flexibil se poate recupera, rămînînd în beton o bucşă filetată care poate căpăta alte destinaţii (fixarea de console, aparataj etc.).

Salonul internaţional de la Bologna, care se ţine în fiecare an la începutul lunii octombrie, constituie un prilej de trecere în revistă a celor mai recente realizări în domeniul industrializării construcţiilor şi prin aceasta prezintă un interes indubitabil şi pentru constructorii din ţara noastră.

Ing. **Gad Calmanovici**



TRUSTUL 1 CONSTRUCTII-MONTAJE

Bucureşti • Calea Victoriei nr. 91-93 • Telefon 16.73.60 - 14.56.97

EXECUTA:

- construcţii industriale
- lucrări speciale de beton armat, beton armat precomprimat, montaje de prefabricate, silozuri, castele de apă
- construcţii metalice
- construcţii civile şi social-culturale
- complexe agro-zootehnice
- montaje de instalaţii tehnologice

M. I. C.
MINISTERUL INDUSTRIEI CONSTRUCȚIILOR
INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU MATERIALE ŞI PREFABRICATE DE CONSTRUCȚII
I. C. M. P C.
CALEA GRIVIȚEI Nr. 136
CENTR. TELEFON 17.48.00 SECRETARIAT 17.01.85

Redactat:

București Nr. .... 196........

Dactilografiat:

Referitor la: SESIUNEA DE COMUNICARI
ŞI
SARBATORIREA A 20 DE ANI DE LA INFIINȚAREA I.C.M.P.C.
14 - 17 mai 1969

Institutul de cercetări pentru materiale şi prefabricate de construcții (I.C.M.P.C.) organizează, între 14 şi 17 mai 1969, o sesiune de comunicări ştiințifice şi sărbătorirea a 20 de ani de la înființarea institutului.

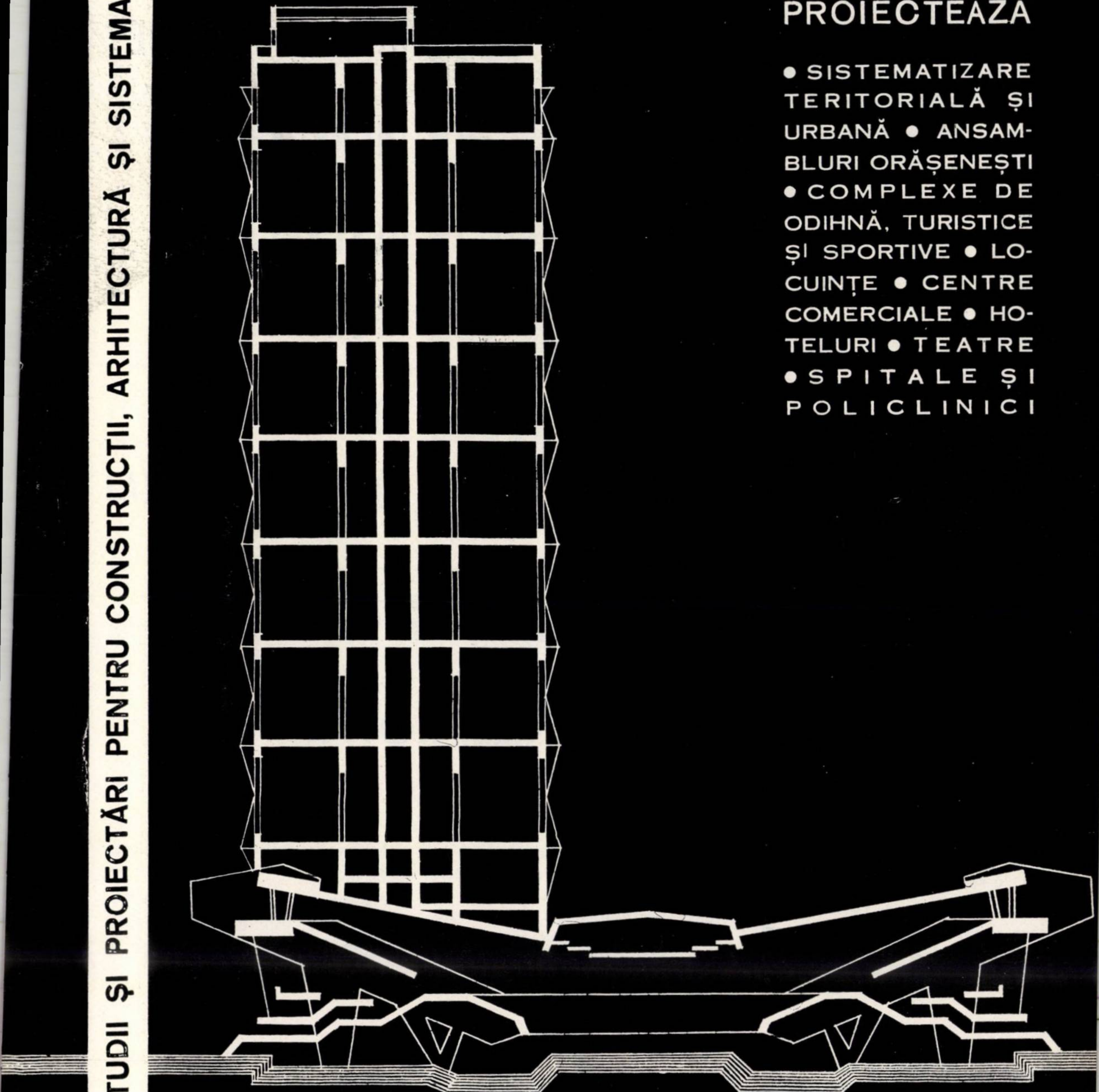
Se vor prezenta comunicări în cadrul următoarelor secții:

Secția I	: Ceramică fină şi refractară, ceramică de construcții: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria ceramicii fine şi de construcții, cercetări economice şi cercetări chimice în industria ceramicii.
Secția II	: Sticlă: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria sticlei, materiale izolatoare, materiale de finisaj, cercetări economice şi cercetări chimice în industria sticlei.
Secția III	: Lianți, produse de azbociment: termotehnică, mecanizare şi automatizare în industria lianților, cercetări chimice şi economice în industria lianților.
Secția IV	: Betoane şi tehnologii pentru prefabricate, agregate naturale şi piatră de construcții, cercetări economice în domeniul construcțiilor.

Limbile oficiale de prezentare a comunicărilor sînt: româna, franceza, rusa şi germana.

Orice lămurire suplimentară poate fi obținută la
Secretariatul Sesiunii I.C.M.P.C.
Bd.Preciziei 6, sector 7, telefon 31.08.92 şi
Calea Griviței 136, sector 8, telefon 17.01.85

INSTITUTUL DE STUDII ȘI PROIECTĂRI PENTRU CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

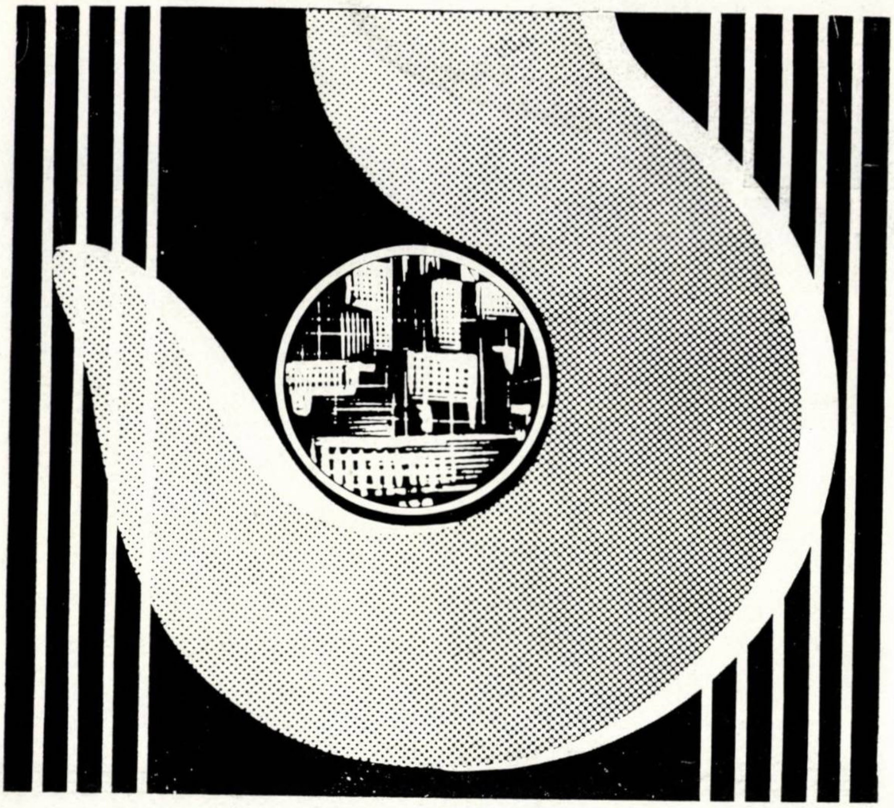


PROIECTEAZĂ

● SISTEMATIZARE TERITORIALĂ ȘI URBANĂ ● ANSAMBLURI ORĂȘENEȘTI ● COMPLEXE DE ODIHNĂ, TURISTICE ȘI SPORTIVE ● LOCUINȚE ● CENTRE COMERCIALE ● HOTELURI ● TEATRE ● SPITALE ȘI POLICLINICI

ISCAS

BUCUREȘTI 13 ● STRADA SNAGOV NR. 53—55 ● TELEFON: 11.78.40



PENTRU OPERAŢIUNILE DE ÎNCĂRCARE-DESCĂRCARE AFERENTE LUCRĂRILOR DE CONSTRUCŢII-MONTAJ

întreprinderea

MACHINOEXPORT

oferă:

MACARAUA PE ŞENILE, ROTATIVĂ

MODEL E-2508

DE 60 TF CAPACITATE

Motorul Diesel al macaralei combinat cu reductorul bilateral asigură o mare varietate de viteze de ridicare şi coborîre a sarcinii, de rotire a platformei şi a deplasării macaralei.

Vitezele mici aferente punerii în poziţie permit realizarea cu precizie a lucrărilor de montaj.

Lungimea nominală a braţului este 15,00 m şi-cu ajutorul unor tronsoane demontabile-poate fi mărită pînă la 40,00 m. În această situaţie înălţimea de ridicare a sarcinii este 34,80 m.

Macaraua E-2508 are o bună manevrabilitate, este uşor de condus, prezintă siguranţă în exploatare în orice condiţii climaterice.

Caracteristici tehnice

Lungimea nominală a braţului	**m**	**15**
Numărul de rotaţii ale platformei	**rotative pe min.**	
viteza I		**4,1**
viteza II		**0,38**
Viteza de ridicare a sarcinil	**m/min.**	
viteza I		**12,65**
viteza II		**1,19**
Viteza de deplasare	**km/h**	**1,79**
Puterea motorului	**c.p.**	**275**
Greutatea	**tf**	**80,4**
Presiunea specifică pe teren	**kg/cm²**	**1,17**

ADRESA EXPORTATORULUI

U. R. S. S., MOSCOVA B-330
ÎNTREPRINDEREA
„MACHINOEXPORT"
Telex: 207

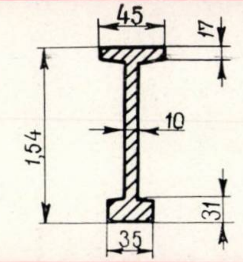
Publicom

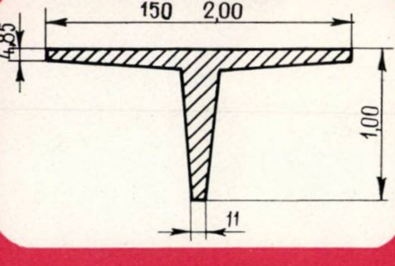
ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE

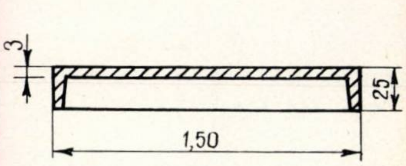
progresul

500000 m²

LIVREAZĂ ELEMENTE DE CONSTRUCȚII PENTRU HALE INDUSTRIALE







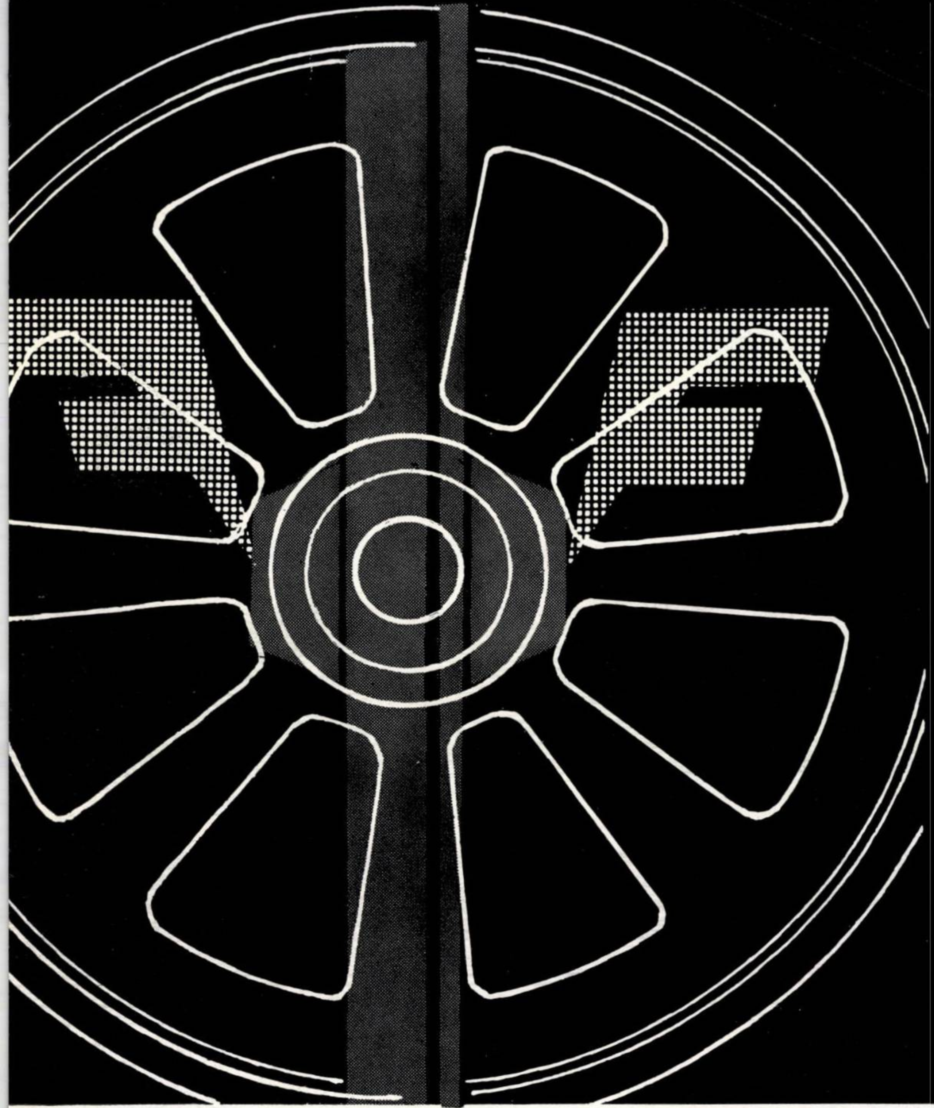
GRINZI PRECOMPRIMATE
G 18 – 6 – 2
Deschidere 18,0 m — Interax 6,0 m
Proiect tip I.P.C.T. nr. 2155

GRINZI PRECOMPRIMATE
T 150/100 – 1800 și
T 200/100 – 1800
Deschidere 18,0 m
Proiect I.P.I.M.P.C. nr. 2491

CHESOANE DE ACOPERIȘ — C_2R_A
Dimensiuni placă 6,00 × 1,50 m
Proiect tip I.P.C.T. 2063

INFORMAȚII: BUCUREȘTI, ȘOS. GIURGIULUI NR. 507 • TELEFON 23.40.40

IPCF



Întocmeşte proiecte pentru electrificarea căilor ferate cu ecartament normal, cu curent electric alternativ 25 kV-50 Hz.

Institutul a întocmit proiectele pentru electrificarea liniei Bucureşti-Braşov, în lungime de 166 km, şi are în curs de întocmire proiectele pentru electrificarea liniei Craiova-Filiaşi-Caransebeş-Cîlnic, în lungime de 262 km.

Documentaţiile tehnice pe baza cărora se pot executa astfel de lucrări se bazează pe studii tehnico-economice aprofundate, precum şi pe studii corespunzătoare în teren.

Proiectele cuprind, atît lucrările de linii necesare pentru adaptarea lor la condiţiile impuse de tracţiunea electrică, cît şi instalaţiile fixe de tracţiune electrică feroviară (linie de contact, substaţii de tracţiune, posturi de secţionare, energoalimentarea, instalaţii de protecţie etc.).

INSTITUTUL DE PROIECTĂRI CĂI FERATE

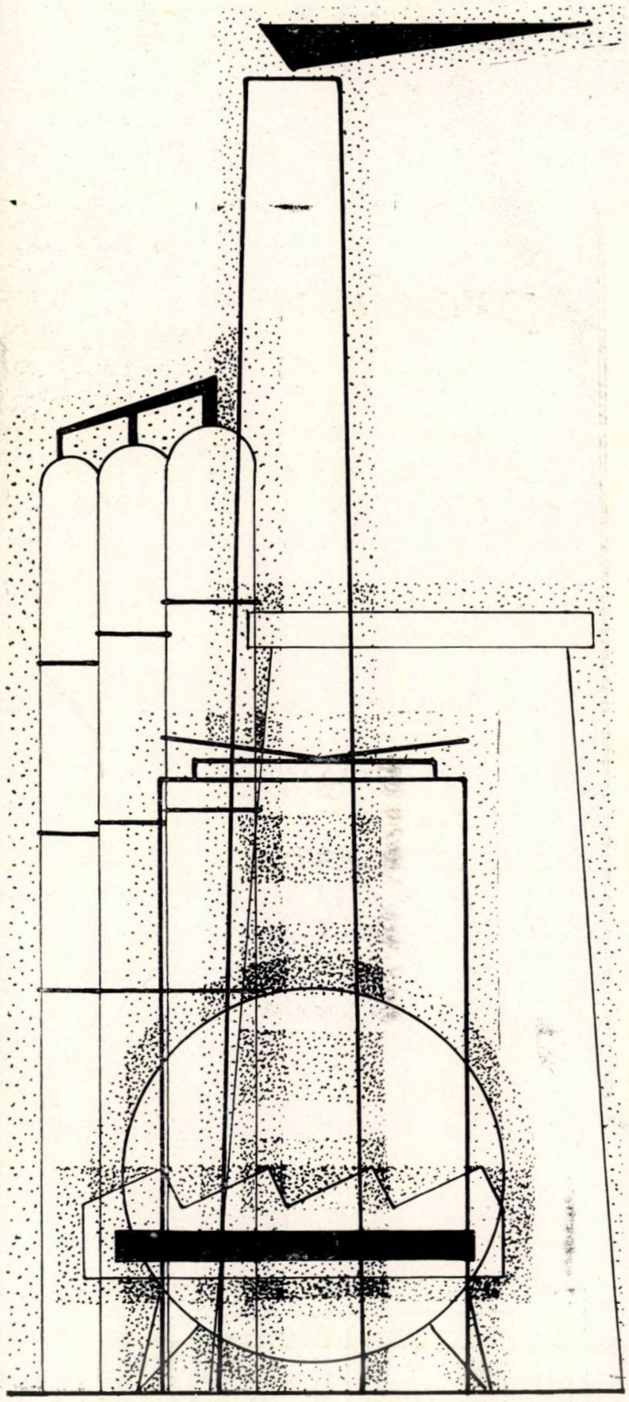
BUCUREŞTI

B-dul DINICU GOLESCU 38

(PALATUL C.F.R.)

TEL. 18.48.44 şi 18.26.10

● CONSTRUCŢII DE COMPLEXE INDUSTRIALE ● CLĂDIRI DE LOCUIT ŞI SOCIAL-CULTURALE ● CONSTRUCŢII SPECIALE — TURNURI DE RĂCIRE, REZERVOARE ● ELEMENTE DE BETON PRECOMPRIMAT ● ALIMENTĂRI CU APĂ ŞI STAŢII DE TRATARE ● LUCRĂRI DE DRUMURI, PODURI ŞI CĂI FERATE UZINALE ● CONSTRUCŢII AGROZOOTEHNICE



EXECUTĂ

iscm
municipiul
gh. gheorghiu-dej

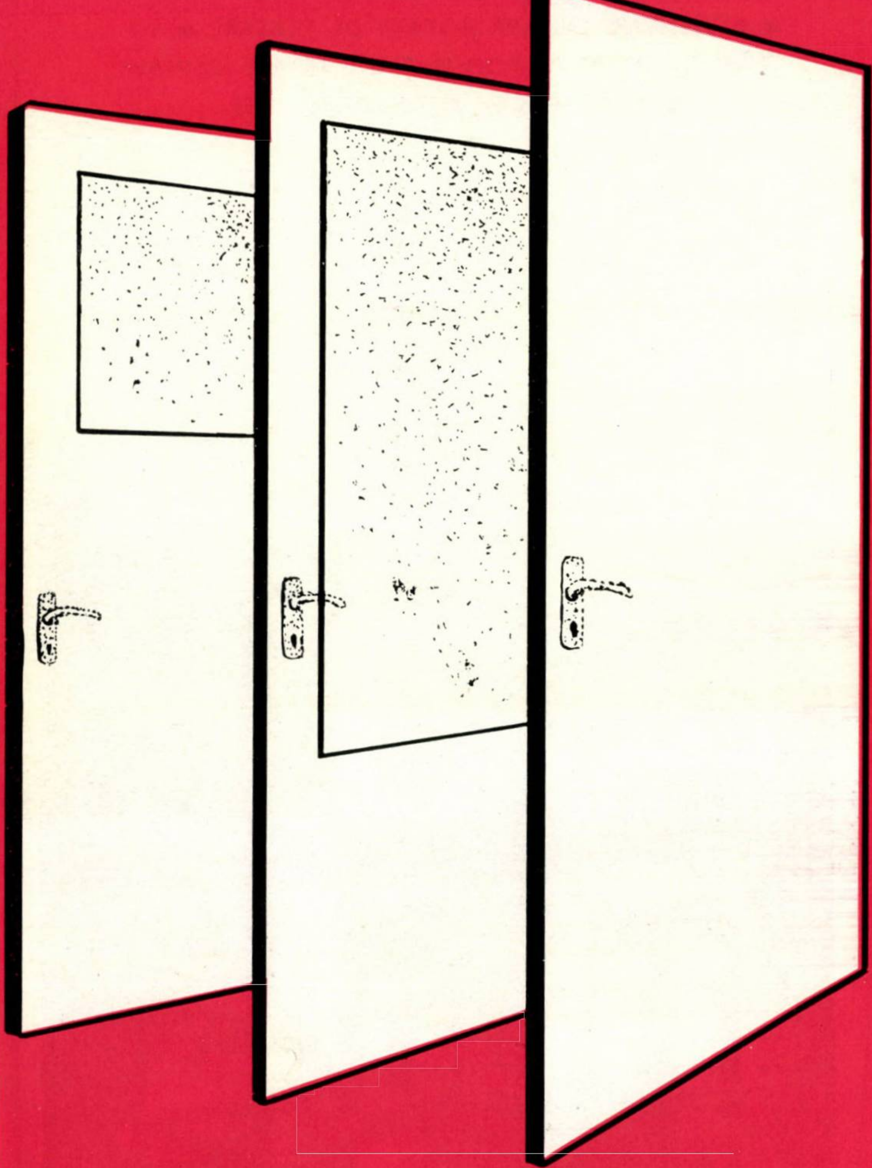
m. c. i. c. r.

intreprinderea santier constructii montaj

MUNICIPIUL GH. GHEORGHIU-DEJ STR. CAUCIUCULUI 22 ROMANIA
CONT B. I. 040.28.001 - TELEFON 1000; 1001

PIPERA

produce
și
livrează



UȘI
și
FERESTRE

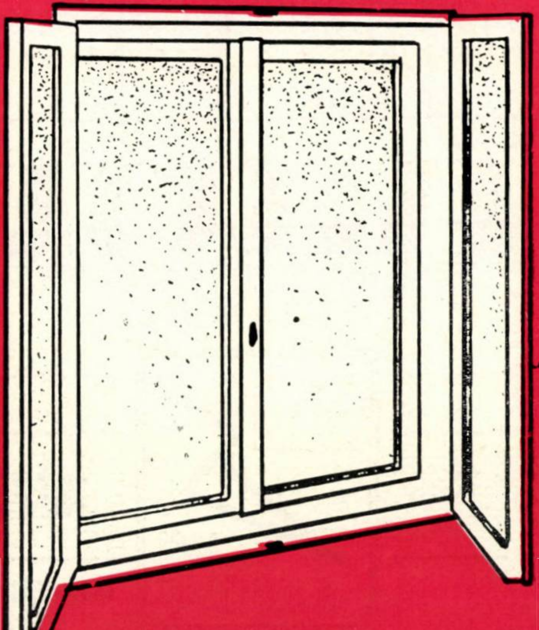
Conform STAS 466—66 și 5333—66

Foile ușilor sînt din rame de cherestea de rășinoase placate cu plăci din fibre de lemn, furniruite pe ambele fețe cu furnire estetice, iar canturile longitudinale acoperite cu furnire tehnice groase. Interiorul foii este umplut cu nervuri din plăci de fibre de lemn. Ușile pot fi executate pline sau cu gol de geam 1/3 sau 2/3, fixarea geamurilor făcîndu-se cu baghete.

Tocurile sînt lamelate din cherestea de rășinoase.

Ușile sînt lăcuite transparent, iar tocurile acoperite cu grunduri.

Ferestrele sînt în tipuri și dimensiuni variate, finisate cu grunduri. Tipurile și dimensiunile sînt conform standardelor în vigoare și sînt echipate cu cele mai noi tipuri de feronerii.



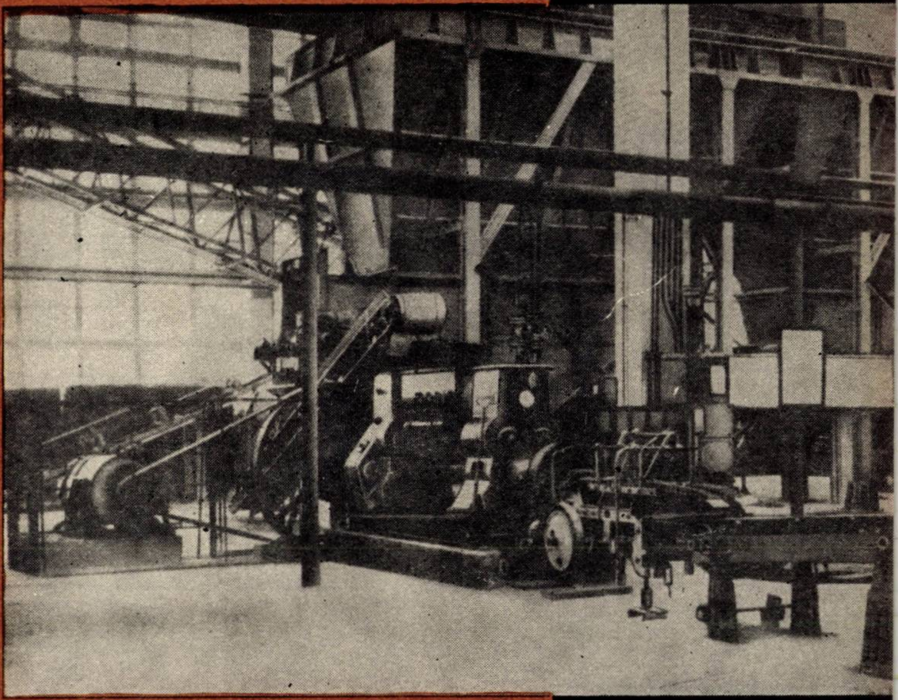
BUCUREȘTI, ȘOS. PIPERA NR. 48
SECTOR 2, TELEFON 33.00.80

BUCHAREST
INDUSTRIALEXPORT
ROMANIA

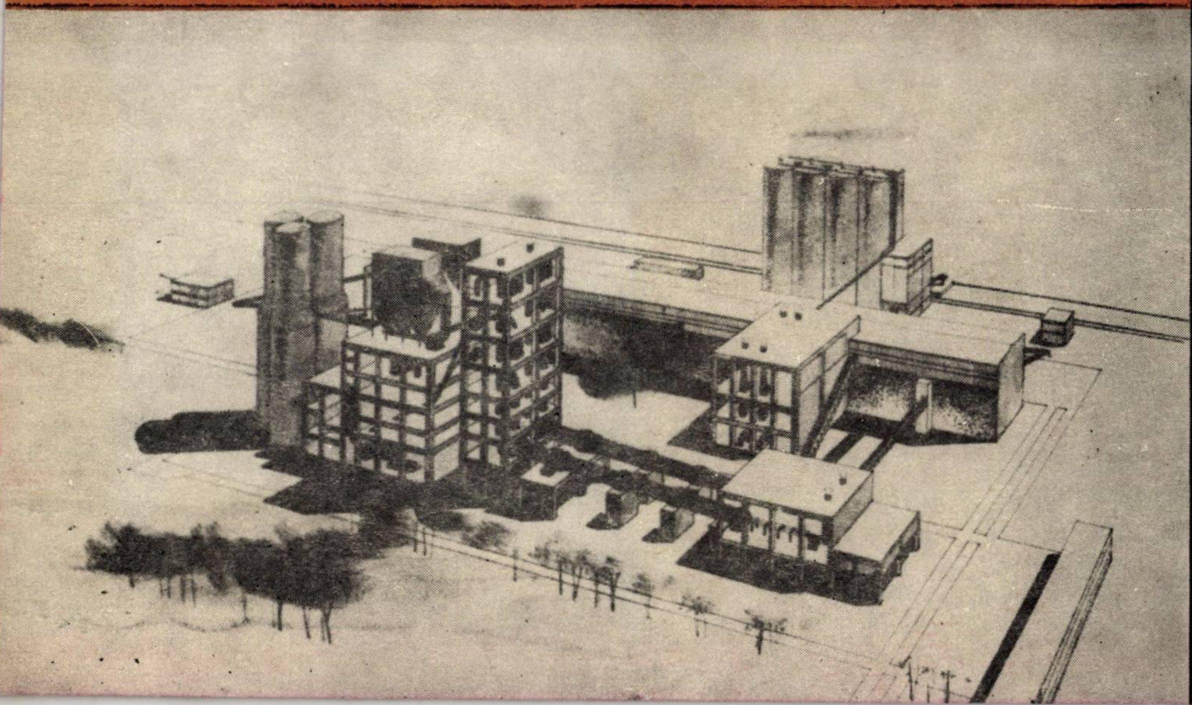
SOCIÉTÉ D'ÉTAT POUR LE COMMERCE EXTÉRIEUR

éxécute

- outillages, équipements, projets et assistance technique pour fabriques de ciment utilisant le procédé humide ou sec, fabriques de briques et de tuiles, fabriques de pièces préfabriquées en béton (grands panneaux pour immeubles d'habitations, éléments industriels, poteaux éléctriques, gouttières pour irrigations, tuyaux à pression, etc.), fabriques d'argile expandée.
- installations de coffrages glissants pour diverses constructions (fourneaux industriels à section variable, silos à cellules de formes et dimensions diverses, constructions d'habitations).



Pour informations et offres s'adresser à
I.S.C.E. INDUSTRIALEXPORT, 2, rue Gabriel Péri, Bucarest ROUMANIE
Téléphone: 116 ★ Telex: 214 ★ Télégrammes: INDEXPORT



1969 AUG 28

decorative de protejare a lemnului cu PX-65 "Sadolin"

Este un procedeu cu însuşiri decorative de protejare a lemnului. Apără lemnul în mod efectiv împotriva deteriorării şi dă un aspect natural şi rezistenţă la intemperii suprafeţii acestuia. Graţie procedeului de înobilare a lemnului PX 65 pot fi obţinute, chiar şi pe materiale de esenţă moale efecte de culoare frumoase şi trainice.

PX 65 este livrat fie sub formă incoloră, fie în şapte nuanţe transparente rezistente la acţiunea luminii: Pin, Teak, Nuc, Abanos, Reseda, Redwood şi alb transparent.

PX 65 este folosit la materialul lemnos netratat sau la cel care a fost mai înainte impregnat, la lucrări exterioare, precum şi interioare.

Producţia de vopsele şi lacuri a firmei Sadolin & Holmblad cuprinde şi vopsele pentru case, lacuri pentru automobile, lacuri industriale şi vopsele pentru vapoare.

PX 65 PROCEDEU DE INOBILARE A LEMNULUI „SADOLIN".

Sadolin & Holmblad A-S / 2300 Copenhagen S. / ☎ Asta 4080 / Telex: 6046

Publicom

1969 5

R

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT
PENTRU CONSTRUCȚII
ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

E 1688

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT PENTRU
CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

5

1969

VOLUMUL 21, Nr. 5

MAI 1969

SUMAR

N. GHERASIM

Realizarea complexului de clădiri al Consiliului de Ajutor Economic Reciproc din Moscova . 225

A. MIHUL, C. LEONTE, ŞT. ENESCU, A. CUCIUREANU

Structura de rezistenţă a unei săli de sport construite la Iaşi 233

M. BUTCULESCU

Transmisii mecanice moderne pentru maşini terasiere 238

ŞT. MIHĂILESCU, P. PĂTRUŢ

Sisteme perfecţionate de acţionări hidrostatice ale maşinilor de terasamente 245

LILIANA CRĂCIUNESCU

Difuziunea ionilor de clor prin gelul de bioxid de siliciu 251

C. N. AVRAM, D. ANASTASESCU, O. MÎRŞU, I. MUNTEANU

Cercetări privind calculul şi comportarea structurilor înalte realizate din cadre-diafragme de beton armat supuse la sarcini orizontale 254

V. ROŞCA, M. STANCU

Automatizarea tratamentelor termice în camere de aburire şi tipare încălzitoare . . . 268

DOCUMENTARE

43 305

Revista Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii, organ al Comitetului de Stat pentru Construcţii, Arhitectură şi Sistematizare — Redacţia, administraţia şi casieria : Bucureşti, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon : Redacţia şi Administraţia 16.49.14. Abanomentele se primesc numai la sediul redacţiei. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.39 Direcţia Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacţia publicaţiilor „Revista Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii“ şi „Arhitectura“

Preţul unui exemplar lei 8

Taxele poştale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul : Intreprinderea Poligrafică „Informaţia“ — Bucureşti. c. 3306

R

Realizarea complexului de clădiri ale Consiliului de Ajutor Economic Reciproc din Moscova

Ing. N. Gherasim
C.S.C.A.S.

I. DATE GENERALE

Complexul de clădiri CAER, amplasat pe bd. Kalinin, este format din trei părţi distincte (fig. 1) : clădirea administrativă cu 31 de niveluri în care-şi vor desfăşura activitatea reprezentanţele ţărilor membre ale CAER, secretariatul CAER, Institutul de standardizare şi corpul de clădire ce se desfăşoară pe orizontală în care sînt amplasate sălile de şedinţe ale Comitetului executiv al CAER, sala de conferinţe şi restaurantul.

Terasa din faţa intrării principale în clădirea administrativă serveşte ca acoperiş pentru garaj, precum şi ca platformă de parcare. Garajul are o capacitate de 80 de automobile, iar pe platformă mai pot staţiona peste 100 de automobile. Accesul la terasă se realizează pe un plan înclinat.

Volumul total de construcţii al complexului reprezintă circa 300 000 m^3.

Clădirea administrativă

Clădirea administrativă cu 31 de niveluri este formată din două corpuri curbate în plan, legate între ele prin intermediul holului şi cajelor pentru ascensoare (fig. 2, 3 şi 4).

Intrarea principală de pe terasă duce într-un vestibul, care parţial este ieşit în afara gabaritului clădirii de bază. Holul ascensoarelor şi garderoba sînt dimensionate pentru deservirea a 2 000 de persoane simultan. Vestibulul este legat cu cele două părţi (dreapta, stînga) ale corpului de clădire ce se desfăşoară pe orizontală. În partea din dreapta este amplasată sala de conferinţe cu foaierul şi bufetul, iar în partea din stînga, sala de şedinţe a Comitetului executiv al CAER, sala de şedinţe şi camerele de lucru pentru comisii, restaurantul cu 200 de locuri şi sala pentru recepţii.

Sala de conferinţe are formă circulară, cu o capacitate de 950 de locuri, fiind prevăzută cu trei intrări : cîte una din fiecare nivel al foaierului şi o a treia direct din exterior.

Cele trei săli de şedinţe ale organelor de conducere ale CAER, care sînt amplasate în partea din stînga a corpului de clădire ce se desfăşoară pe orizontală, se pot uni într-o singură încăpere prin glisarea pereţilor despărţitori. Prevederea unor culoare speciale creează posibilitatea organizării şedinţelor pe comisii fără a deranja activitatea întregii instituţii.

Birourile obişnuite de lucru sînt amplasate în cele două corpuri centrale ale clădirii, la nivelurile superioare.

În holul central sînt amplasate nouă ascensoare (opt de persoane şi unul cu capacitate mai mare pentru persoane şi marfă) şi scara principală.

Una dintre caje este folosită pentru amplasarea reţelelor de instalaţii (ventilaţie, electrice, termotehnice etc.).

Pe etaje, camerele de lucru sînt distribuite astfel : la etajul 2, deasupra corpului de clădire ce se desfăşoară pe orizontală, este amplasată centrala automată de telefoane pentru 3 000 de numere ; la etajul 3, arhiva şi biblioteca ; etajele 4—16 sînt destinate pentru birourile sectoarelor ; la etajul 17 va funcţiona Secretariatul CAER ; etajele 18—22 vor fi puse la dispoziţia reprezentanţelor ţărilor membre ; începînd cu etajul 22 în sus, încăperile vor fi ocupate de Institutul de standardizare al CAER.

La capetele corpurilor clădirii înalte s-au prevăzut scări de incendiu, de unde se va putea pătrunde în clădire, la diverse niveluri, prin balcoane-loggii.

La parter este amplasată tipografia CAER.

În încăperile de la subsol, sub partea centrală a clădirii ce se desfăşoară pe orizontală, sînt amplasate centralele de condiţionare a aerului, staţia de pompe pentru transportul apei, posturile de transformare, centrala pentru aspirarea şi evacuarea prafului din clădire etc.

Rezolvarea funcţional-arhitecturală a clădirii administrative sub forma a două corpuri curbate în plan a fost determinată în mare parte de schema constructivă.

Fundaţiile de tip radier general chesonat au fost executate din beton armat monolit. Scheletul de rezistenţă al clădirii este alcătuit din beton armat cu schelet metalic şi elemente prefabricate din beton armat. Rigidizarea spaţială a clădirii este asigurată de un sistem de diafragme transversale : două în partea centrală a clădirii şi alte două la capetele celor două corpuri, precum şi un perete longitudinal în dosul cajelor ascensoarelor, care leagă cele două rigidizări transversale de la mijlocul clădirii.

Deschiderea adoptată între stîlpi este de 6×6 m, secţiunea lor fiind la toate nivelurile

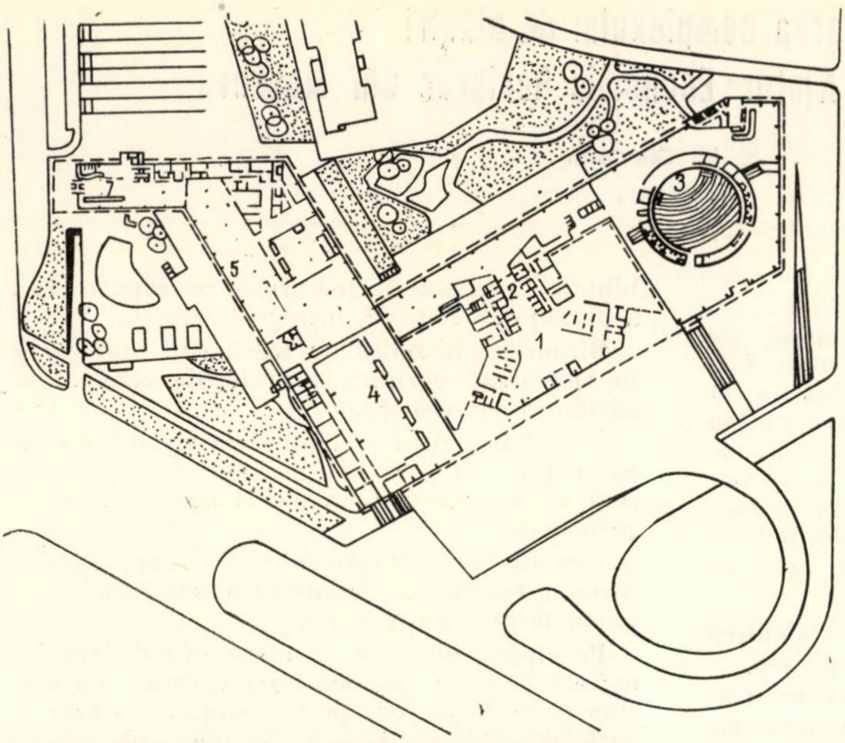


Fig. 1. Planul general de amplasare a complexului de clădiri CAER de la Moscova

1 – clădirea administrativă ; *2* – golul ascensoarelor și garderoba ; *3* – sala de conferințe ; *4* – săli de ședință ale organelor de conducere CAER ; *5* – corpul de legătură cu hotelul ; *6* – grupul social (cantină, restaurant, săli de recepție etc.)

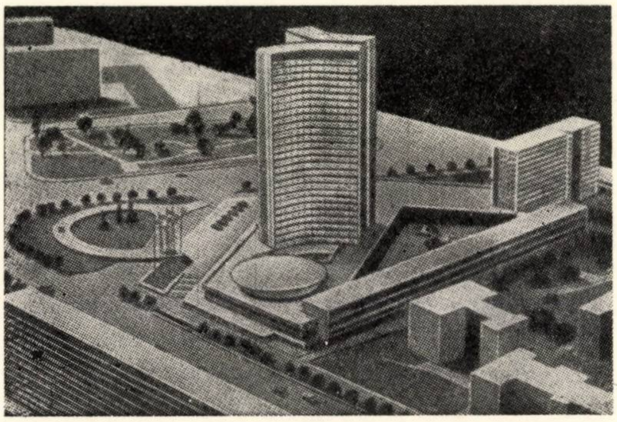


Fig. 2. Vedere generală a complexului de clădiri CAER

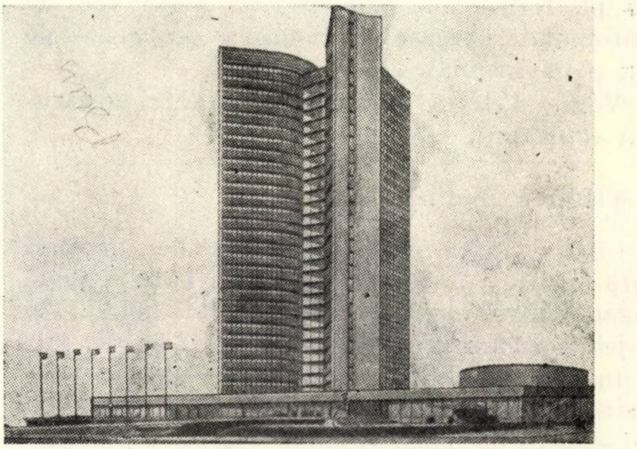


Fig. 3. Fațada principală a clădirii administrative

de 40×40 cm. La nivelurile inferioare, unde sarcinile normale ating valori de 1 500 t, s-au prevăzut stîlpi metalici betonați. La nivelurile superioare, unde sarcinile sînt mai mici, s-au adoptat stîlpi de beton armat.

Grinzile prefabricate din beton armat pentru toate nivelurile sînt de un singur tip. Planșeele dintre etaje sînt executate din plăci prefabricate cu goluri din beton armat monolitizate de scheletul de rezistență.

Părțile planșeului în zonele de racordare cu pereții curbi sînt executate din beton armat monolit. Tavanele suspendate sînt executate din plăci de aluminiu perforate montate pe carcasă metalică.

Partea de rezistență a clădirii ce se desfășoară pe orizontală este executată din elemente prefabricate constînd dintr-o rețea de stîlpi amplasați pe cele două direcții, la distanță unul de altul de 6 și respectiv 9 m, cu grinzile pe deschiderea de 6 m și plăci prefabricate de planșeu de tipul 2 T. Acoperișul sălii de consiliu a Comitetului executiv este executat din ferme metalice cu deschidere de 18 m. Pentru sala circulară de conferințe s-a prevăzut construirea unui acoperiș suspendat, ancorat, de beton armat monolit.

Pereții exteriori sînt executați din panouri formate dintr-un strat exterior de sticlă colorată călită, un strat termoizolator și stratul interior din plăci plane de azbociment. Panourile de perți se orientează la 40 cm în exterior de la fața stîlpilor de rezistență. În spațiul obținut au fost montate elementele de ventilație și încălzire.

Pereții interiori despărțitori sînt executați din panouri demontabile formate dintr-un cadru de aluminiu cu plăci de azbociment între care se așază miezul din vată de sticlă.

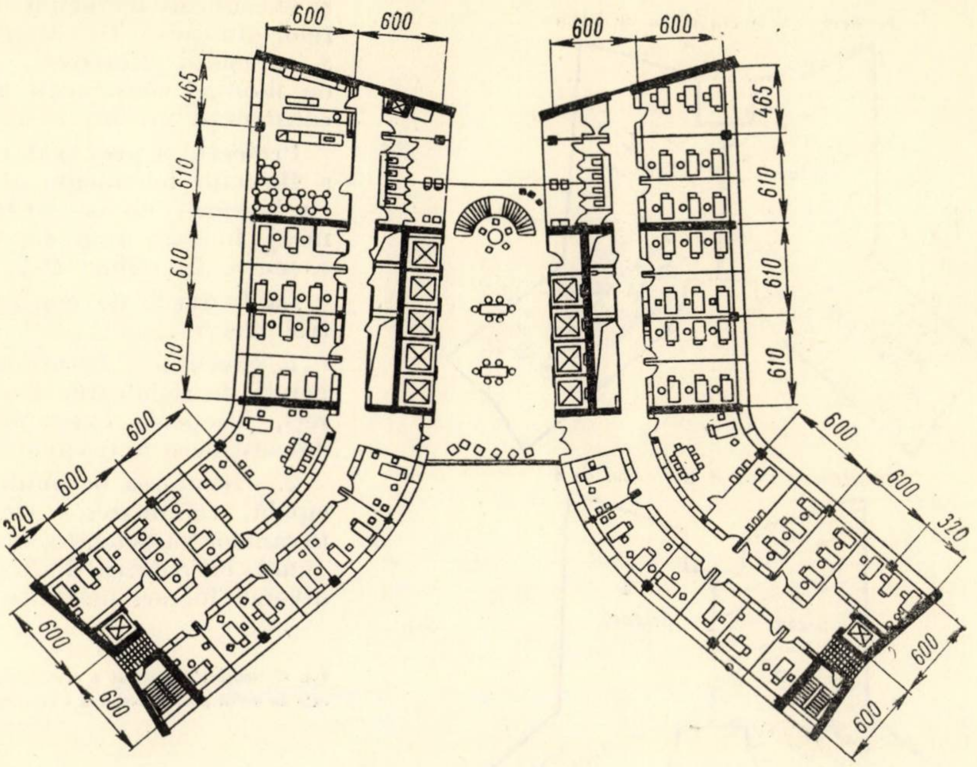

600
600
600
600
465
610
610
610
465
610
610
610
600
600
320
600
600
600
600
320
600
600

Fig. 4. Planul unui etaj curent al clădirii administrative

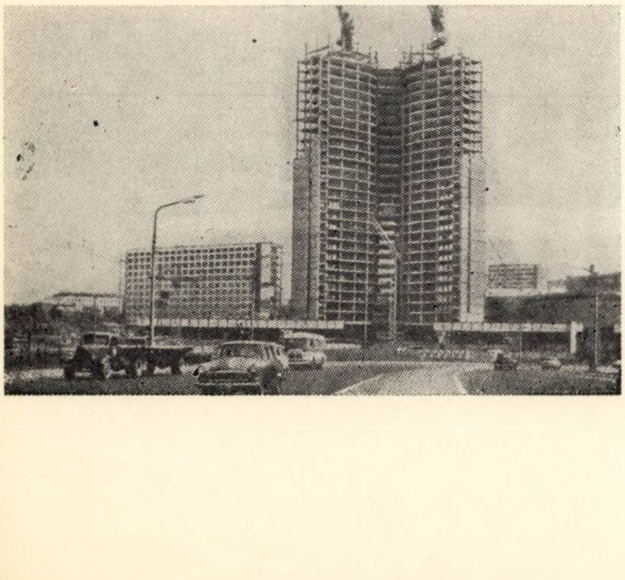
La exterior, panourile sînt îmbrăcate cu material plastic imitație de piele. Panourile au un modul multiplu de 1,5 m, care a fost adoptat și pentru panourile de fațadă și tîmplăria metalică exterioară. Pereții interiori despărțitori pot fi ușor demontați și remontați pe alte axe, schimbînd în acest mod dimensiunile interioare ale încăperilor.

Tîmplăria exterioară este executată din oțel inoxidabil și elemente de aluminiu eloxat. Fațadele orientate către sud și vest sînt prevăzute cu parasolare.

Finisajul și instalațiile inginerești

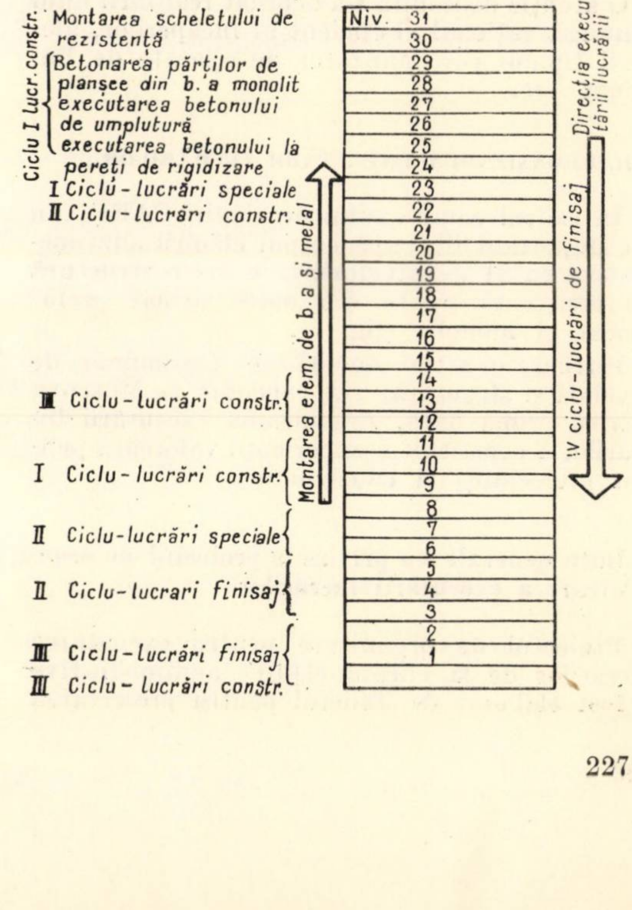
Finisajul clădirilor CAER s-a realizat folosind metode și materiale cu totul noi față de realizările de pînă acum. Aici s-au realizat pardoseli cu covor sintetic, plăci de aluminiu și travertin pentru executarea tavanelor și pereților fonoabsorbanți, material plastic imitație de piele pentru finisajul pereților interiori, geamuri speciale și alte materiale sintetice de efect.

Fig. 5. Construcția complexului de clădiri CAER – Vedere generală



Pe plan ingineresc s-a urmărit crearea unor condiții de confort ridicat, atît pentru clădirile administrative, cît și pentru hotel.

Fig. 6. Schema tehnologică a executării lucrărilor la clădirea administrativă CAER


Ciclu I lucr. constr.
Montarea scheletului de rezistență
Betonarea părților de planșee din b.a monolit
executarea betonului de umplutură
executarea betonului la pereți de rigidizare
I Ciclu - lucrări speciale
II Ciclu - lucrări constr.
II Ciclu - lucrări constr.
I Ciclu - lucrări constr.
II Ciclu - lucrări speciale
II Ciclu - lucrari finisaj
III Ciclu - lucrări finisaj
III Ciclu - lucrări constr.
Niv. 31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
Montarea elem. de b.a și metal
Direcția executării lucrării
IV ciclu - lucrări de finisaj

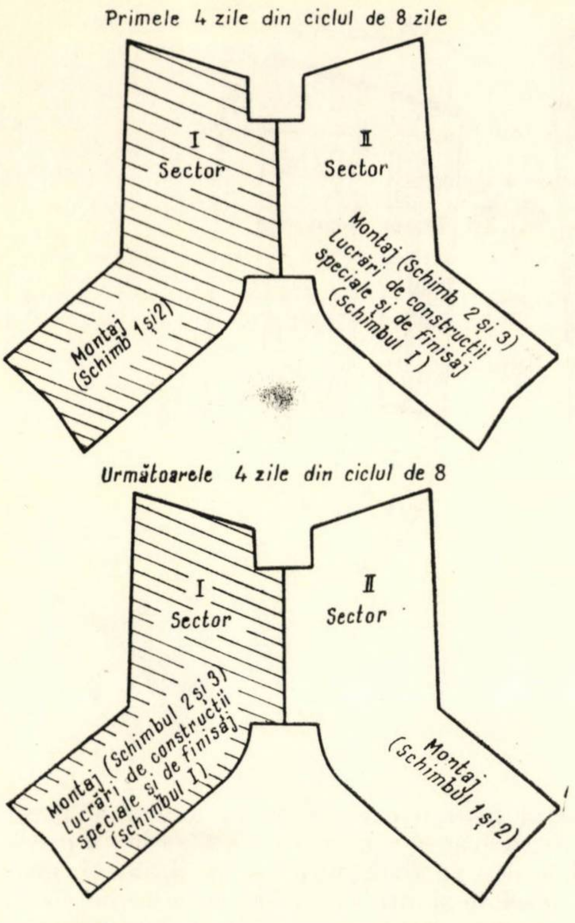

Primele 4 zile din ciclul de 8 zile
I Sector
II Sector
Montaj (Schimb 1 şi 2)
Montaj (Schimb 2 şi 3) Lucrări de construcţii speciale şi de finisaj (Schimbul 1)
Următoarele 4 zile din ciclul de 8
I Sector
II Sector
Montaj (Schimbul 2 şi 3) lucrări de construcţii speciale şi de finisaj (schimbul 1)
Montaj (Schimbul 1 şi 2)

Fig. 7. Schema de sectorizare a executării lucrărilor pe schimburi

Condiţionarea aerului s-a realizat cu ajutorul ejectoarelor montate în fiecare încăpere. Îndepărtarea prafului se face cu ajutorul unei instalaţii centralizate.

O atenţie deosebită s-a acordat realizării unui iluminat raţional şi eficient al încăperilor, alegerii tipului corespunzător de aparate de iluminat etc.

II. ORGANIZAREA EXECUTĂRII LUCRĂRILOR

În cadrul complexului de clădiri CAER, un loc important îl ocupă corpul clădirii administrative cu 31 de niveluri, care are o structură de rezistenţă mixtă din beton armat prefabricat şi monolit (fig. 5).

Întrucît o astfel de clădire (ca număr de niveluri şi structură) s-a executat la Moscova pentru prima dată, organizarea executării lucrărilor a constituit o experienţă valoroasă pentru proiectanţi şi constructori.

Date generale cu privire la proiectul de organizare a executării lucrărilor

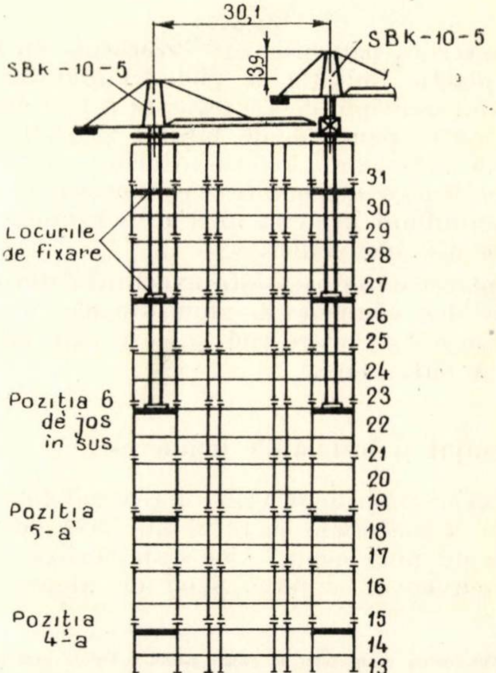
Proiectul de organizare pentru executarea lucrărilor de la corpul clădirii administrative a fost elaborat de Trustul pentru proiectarea şi executarea lucrărilor de organizare a şantierelor din cadrul Direcţiei generale de construcţii a oraşului Moscova împreună cu Trustul de montaj construcţii metalice şi Trustul de construcţii nr. 13, care au executat lucrările.

Proiectul a prevăzut o suprapunere maximă a fluxului tehnologic al lucrărilor de montaj cu lucrările de construcţii propriu-zise şi finisaj, în care scop s-a întocmit un grafic de execuţie în cicluri (fig. 6 şi 7).

La lucrările de construcţii au fost stabilite trei cicluri:

1. executarea betonului la planşee, grinzi şi pereţi de rigidizare, executarea zidăriei la pereţi, începerea executării carcaselor metalice de susţinere a tavanelor suspendate;
2. executarea betonului armat la scara principală, terminarea carcaselor de susţinere a tavanelor suspendate, montarea colectorului de gunoi, executarea diafragmelor de rigidizare şi diverse lucrări mărunte de construcţie;

Fig. 8. Schema de montaj a macaralelor autoridicătoare de tipul SBK-10-5 care au servit pentru montarea scheletului de rezistenţă al clădirii administrative CAER


30,1
3,9
SBK-10-5
SBK-10-5
Locurile de fixare
Poziţia 6 de jos în sus
Poziţia 5-a
Poziţia 4-a
Poziţia 3-a
Poziţia 2-a
Poziţia 1-a
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1 Niv.

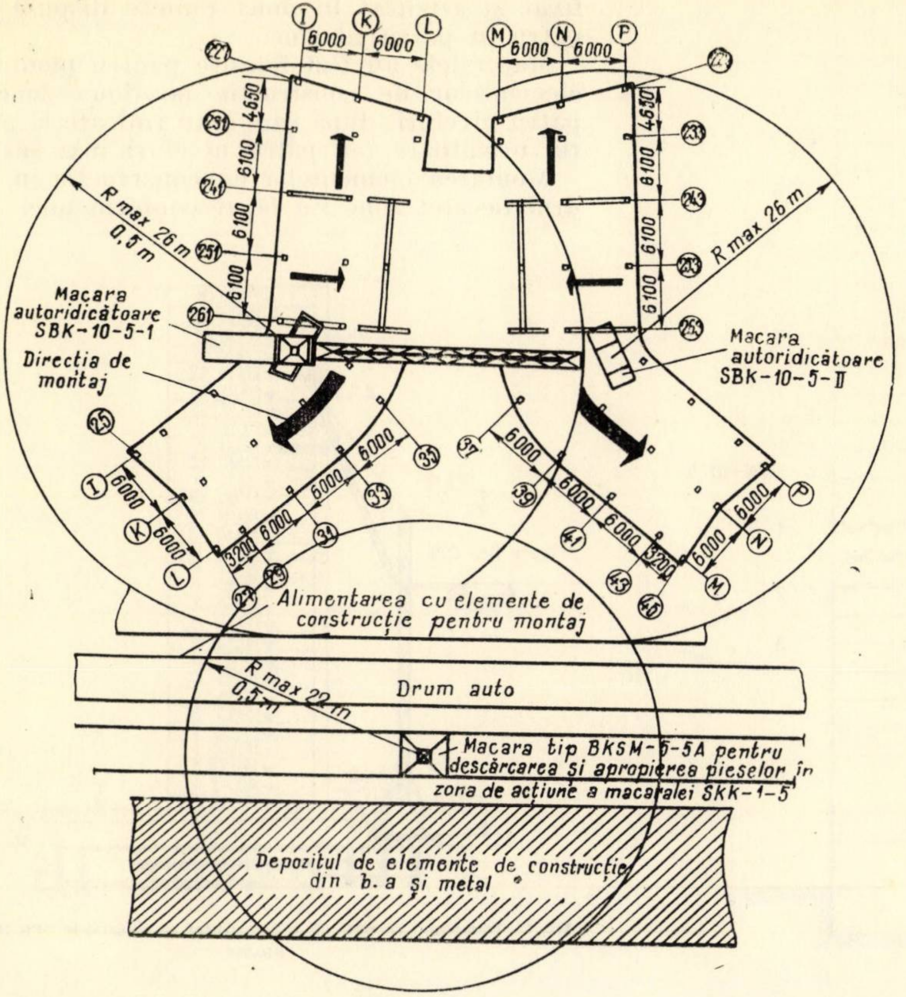

6000
4650
6100
R max 26 m
0,5 m
Macara autoridicătoare SBK-10-5-I
Direcția de montaj
Macara autoridicătoare SBK-10-5-II
3200
Alimentarea cu elemente de construcție pentru montaj
R max 22 m
0,5 m
Drum auto
Macara tip BKSM-5-5A pentru descărcarea și apropierea pieselor în zona de acțiune a macaralei SKK-1-5
Depozitul de elemente de construcție din b.a și metal

Fig. 9. Schema de montaj a scheletului de rezistență in cadrul unei zone

3. executarea straturilor suport ale pardoselilor, șapei de ciment și hidroizolației de la nodurile sanitare.

Lucrări speciale

Lucrările speciale au constat în principal din:

1. Montarea și verificarea rețelelor tehnico-sanitare, montarea tuburilor de protecție pentru instalația electrică și de curenți slabi, montarea canalelor de ventilație.

2. Montarea tablourilor electrice, introducerea în tuburile de protecție a conductorilor electrici și de curenți slabi, montarea conductorilor-bară.

3. Montarea ejectoarelor, montarea instalației de protecție contra incendiilor, montarea și verificarea obiectelor tehnico-sanitare, montarea corpurilor de iluminat și a aparaturii electrice pentru curenți slabi.

Lucrări de finisaj

Lucrările de finisaj au cuprins:

1. Executarea tencuielilor la pereți și gletuirea pereților de beton.

2. Executarea pardoselilor din plăci de marmură, ceramică și montarea plăcilor de faianță la pereți.

3. Executarea vopsitoriilor în ulei și a zugrăvelilor la pereți, stîlpi și cajele ascensoarelor.

4. Executarea pardoselilor din plăci de material plastic și covor sintetic, montarea panourilor pereților despărțitori, montarea panourilor de aluminiu la tavanele suspendate, aplicarea tapetelor lavabile la pereții holului ascensoarelor.

Acest ciclu mai cuprinde: montarea glafurilor, geamurilor, parasolarelor și a ascensoarelor.

Montarea scheletului de rezistență

Montarea scheletului de rezistență al clădirii administrative a CAER a fost efectuată cu ajutorul a două macarale autoridicătoare de tipul SBK—10—5 cu raza de acțiune de la 4 la 26 m și capacitatea de ridicare 5 t (fig. 8).

Distanța dintre axele verticale ale turnurilor macaralelor a fost stabilită la 30,1 m. Brațul uneia dintre cele două macarale se montează cu 3,9 m mai sus decît al celeilalte, creîndu-se posibilitatea exploatării simultane a celor două macarale.

Macaralele au fost montate pe niște grinzi metalice speciale de susținere fixate la fiecare al patrulea nivel, direct pe grinzile scheletului de rezistență, executate în mod special, în aceste locuri. Pe înălțime, turnul macaralei a fost

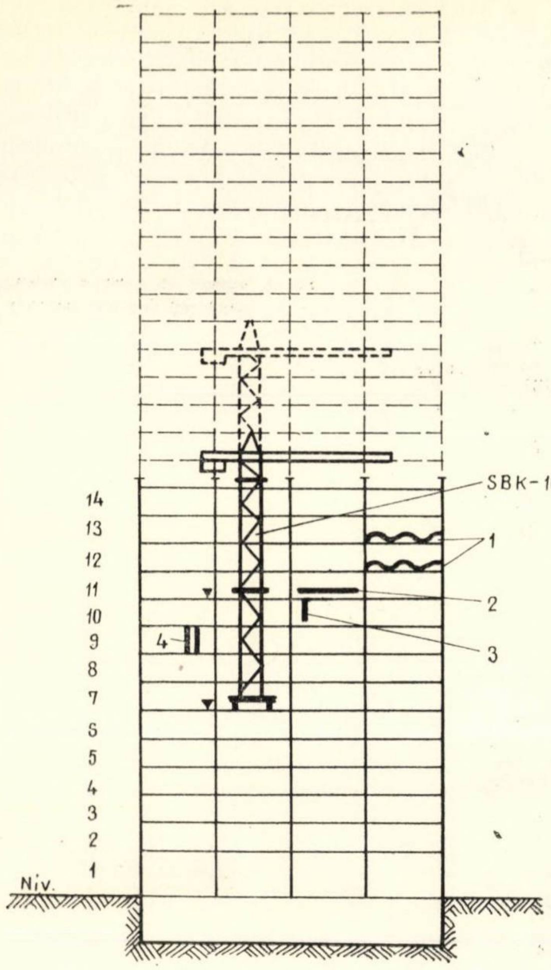

SBK-10-5
1
2
3
4
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
Niv.

Fig. 10. Schemă cu privire la lucrările ce trebuie executate pînă la mutarea macaralei autoridicătoare de tipul SBK-10-5 la o nouă poziție

fixat și asigurat în două puncte dispuse din patru în patru niveluri.

Macaralele au fost folosite pentru montarea elementelor de construcție pe două zone și patru niveluri, după care erau ridicate la poziția următoare (cu patru niveluri mai sus).

Montarea elementelor de construcție în cadrul fiecărei zone s-a făcut conform unei suc-

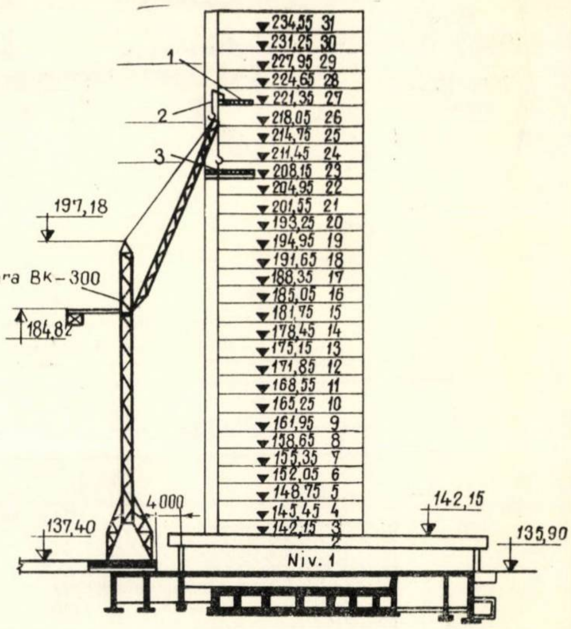

1
2
3
197,18
Macara BK-300
184,82
4000
137,40
142,15
135,90
Niv. 1
234,55 31
231,25 30
227,95 29
224,65 28
221,35 27
218,05 26
214,75 25
211,45 24
208,15 23
204,95 22
201,55 21
193,25 20
194,95 19
191,65 18
188,35 17
185,05 16
181,75 15
178,45 14
175,15 13
171,85 12
168,55 11
165,25 10
161,95 9
158,65 8
155,35 7
152,05 6
148,75 5
145,45 4
142,15 3
2

Fig. 12. Transportul pe verticală al materialelor cu macaralele SPK-1000 și BK-300

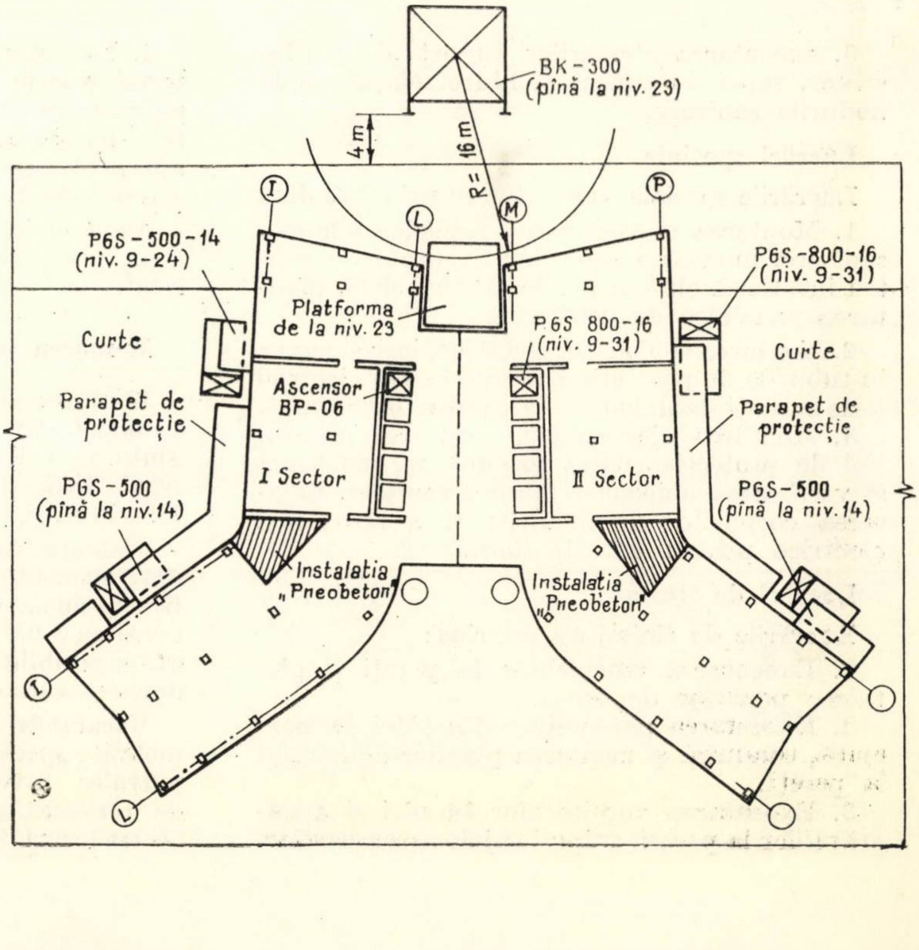

BK-300
(pînă la niv. 23)
4 m
R = 16 m
I
L
M
P
PGS-500-14
(niv. 9-24)
PGS-800-16
(niv. 9-31)
Platforma de la niv. 23
P6S 800-16
(niv. 9-31)
Curte
Curte
Ascensor BP-06
Parapet de protecție
Parapet de protecție
I Sector
II Sector
PGS-500
(pînă la niv. 14)
PGS-500
(pînă la niv. 14)
Instalatia „Pneobeton"
Instalatia „Pneobeton"
I
L

Fig. 11. Schema de amplasare a utilajului de ridicat pe verticală în varianta I

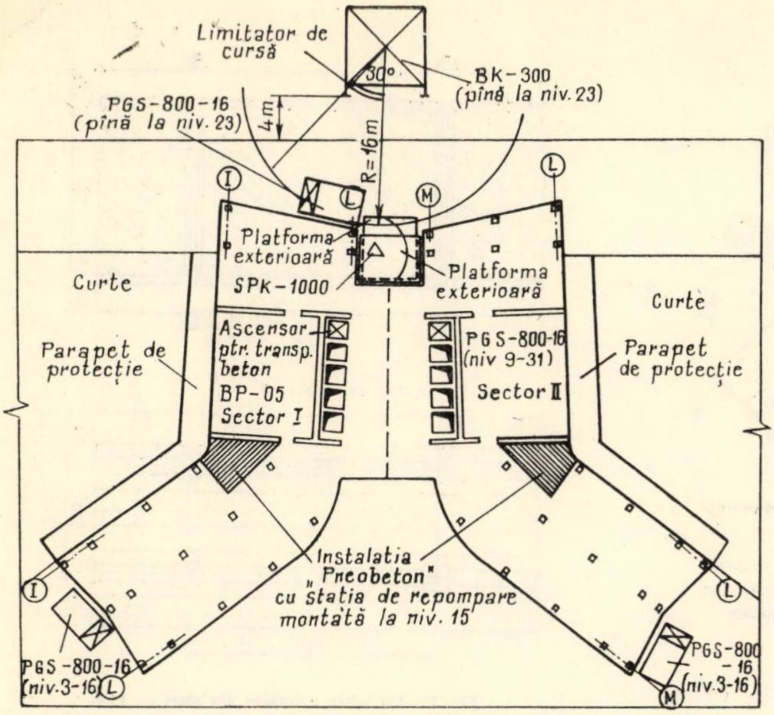

Limitator de cursă
30°
BK-300 (pînă la niv. 23)
PGS-800-16 (pînă la niv. 23)
4m
R=16m
I
L
M
L
Platforma exterioară
SPK-1000
Platforma exterioară
Curte
Curte
Ascensor ptr. transp. beton BP-05
Sector I
PGS-800-16 (niv 9-31)
Sector II
Parapet de protecție
Parapet de protecție
Instalatia „Pneobeton" cu stația de repompare montată la niv. 15
I
L
PGS-800-16 (niv. 3-16) L
PGS-800-16 (niv. 3-16)
M

Fig. 13. Schema de amplasare a utilajului de ridicat pe verticală în varianta a II-a

cesiuni tehnologice riguroase dinainte stabilite. Mai întîi s-au montat elementele de legătură care formează sîmburele de rigidizare a clădirii. Restul elementelor de construcție s-au montat în direcția conturului exterior, pornind de la sîmburele de rezistență (fig. 9).

În scopul asigurării stabilității și micșorării deformației construcției în timpul montajului, elementele scheletului de rezistență au fost rigidizate cu contravîntuiri de montaj la încă cel puțin șase etaje în jos de la nivelul de montaj.

De asemenea, s-au introdus suplimentar contravîntuiri în zona celulei macaralei pe toată înălțimea construcției.

Decalajul maxim între nivelul de montaj și monolitizarea planșeelor cu pereții de rigidizare a fost de șase niveluri. Prin aceasta s-a asigurat betonului folosit la monolitizare cel puțin 70% din rezistența finală.

Umplerea rosturilor dintre plăcile de planșeu prefabricate și turnarea betonului între grinzi și plăci în zona curbă s-au executat cu un decalaj de 2—4 etaje după montarea plăcilor de planșeu.

În figura 10 sînt arătate lucrările ce trebuie executate la nivelurile inferioare pînă la mutarea macaralei autoridicătoare în noua poziție.

Transportul pe verticală al oamenilor, materialelor și elementelor de construcție

Transportul pe verticală al oamenilor, materialelor și elementelor de construcție la etajele superioare ale corpului de clădire înaltă s-a realizat în două variante. Prima a fost folosită pînă la începerea montajului panourilor de pereți și a tîmplăriei exterioare de aluminiu, iar a doua, în perioada de montaj a acestora, cînd

Fig. 14. Macaraua BK-300 în fața stilobatului

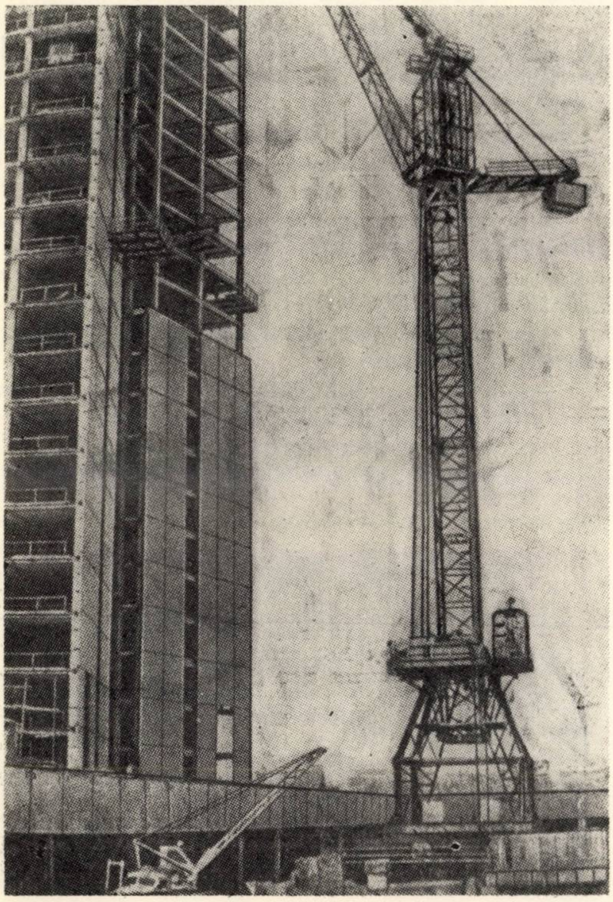


Fig. 15. Transportul betonului cu tomberonul tip „ricșă"

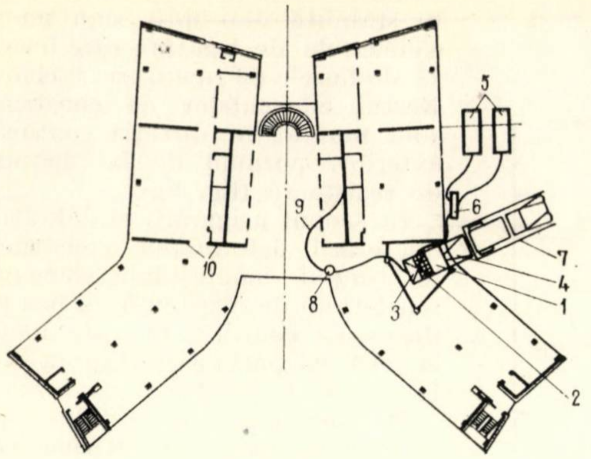

5
9
6
7
4
1
10
8
3
2

Fig. 16. Schema de betonare a pereților de rigidizare cu ajutorul instalației „Pneobeton"

1 – betonieră; 2 – ciur vibrant; 3 – pompă; 4 – buncăr; 5 – compresor tip DK-9; 6 – malaxor; 7 – autobasculantă; 8 – conductă metalică; 9 – furtun; 10 – pereți de rigidizare

fațadele au trebuit să fie eliberate de orice fel de utilaje de ridicat.

Conform primei variante (fig. 11), ridicarea pe verticală s-a realizat cu ajutorul a trei ascensoare de persoane-marfă de tipul PGS—500—14 și un ascensor de tipul PGS—800—16 amplasate în exterior.

Două din ascensoarele de tipul PGS—500—14 au deservit nivelurile 1—14, iar al treilea, nivelurile 9—24. Ascensorul PGS—800—16 a deservit nivelurile 9—31.

În afară de acestea, într-una din cajele ascensoarelor s-a mai instalat un ascensor de tipul PGS—800—16 care a deservit etajele 9—31.

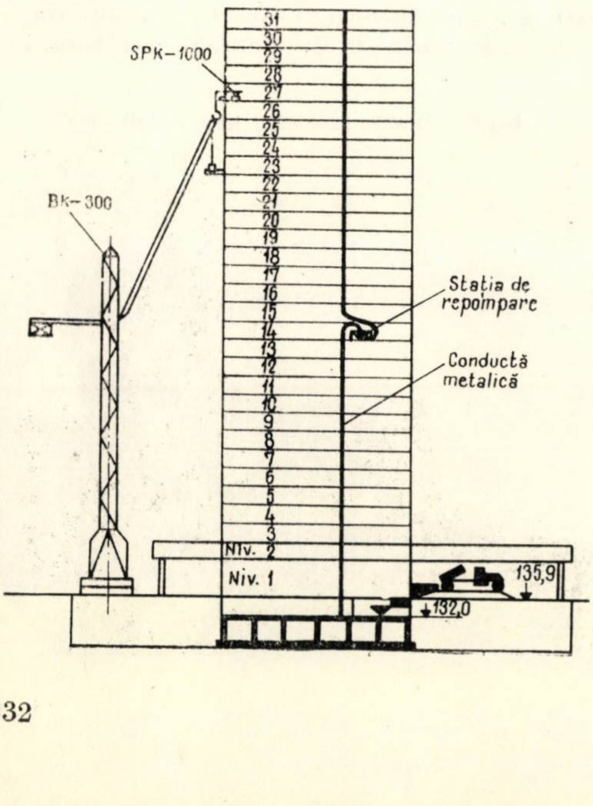
Pentru transportul containerelor cu cărămizi, al materialelor și elementelor de construcție ce nu s-au înscris în gabaritul ascensoarelor, la capătul clădirii s-a instalat o macara turn de tipul BK—300 cu brațul de 40 m. Cu ajutorul acestei macarale, materialele au fost transportate pînă la etajul 23 inclusiv.

De aci, la următoarele niveluri, materialele au fost ridicate cu ajutorul macaralei SPK—1 000 instalată la etajul 27 (fig. 12).

După terminarea montajului scheletului de rezistență s-a trecut la transportul pe verticală conform variantei a II-a (fig. 13). Cele două ascensoare de tipul PGS—800—16 montate în exterior au fost demontate și instalate pe acoperișul stilobatului.

Unul a fost instalat în partea clădirii unde este montată macaraua BK—300 și este folosit pentru ridicarea materialelor pînă la etajul 23,

Fig. 17. Schema transportului pe verticală al betonului pentru betonarea pereților de rigidizare


SPK-1000
BK-300
Stația de repompare
Conductă metalică
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
Niv. 2
Niv. 1
135,9
132,0

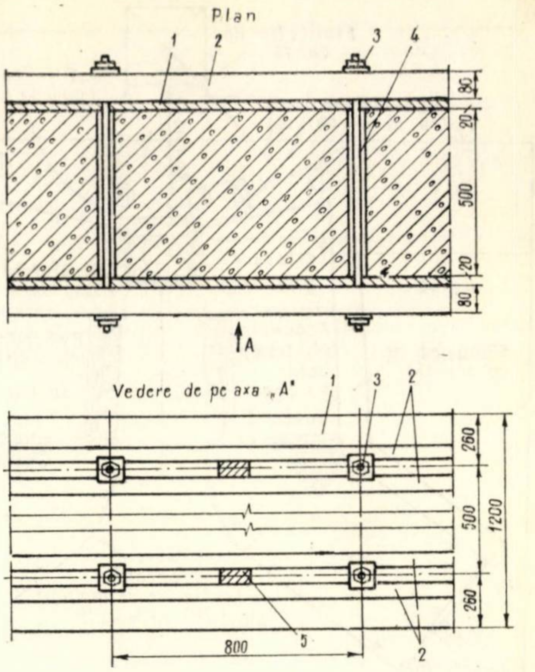
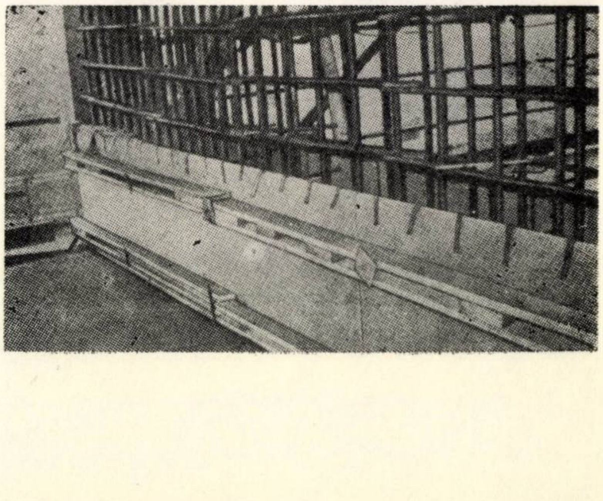

Plan
1
2
3
4
30
20
500
20
30
A
Vedere de pe axa „A"
1
3
2
260
500
1200
260
800
5
2

Fig. 18. Alcătuirea cofrajelor din plăci de PFL

1 – panou din plăci de PFL; 2 – chingi-jug; 3 – buloane de stringere; 4 – țeavă de trecere și de distanțare; 5 – distanțiere de lemn

Fig. 19. Cofrajul din plăci PFL pentru betonarea pereților de rigidizare



de unde sînt retransportate cu ascensorul din interior pînă la nivelul 31.

Materialele din depozitele intermediare au fost transportate pînă la ascensorul montat pe acoperișul orizontal al clădirii cu ajutorul macaralei turn BK – 300 sau SPK – 1 000 (fig. 12 și 14).

Celelalte două ascensoare PGS–800–16 montate la capetele celor două corpuri de clădire sînt folosite pentru transportul oamenilor pînă la nivelul 16, de unde, în acest scop, s-a folosit ascensorul interior.

În vederea evitării unor eventuale intersectări ale cablurilor, macaraua BK–300 transportă materialele și le depozitează pe o platformă exterioară numai dinspre zona în care nu se lucrează la montaj.

Pentru a preveni rotația brațului macaralei BK–300 deasupra ascensorului PGS–800–16 s-a prevăzut un limitator de cursă.

Ținînd seama de complexitatea condițiilor de lucru ale macaralei BK–300, cît și de faptul că ea a deservit zone unde lucrau un mare număr de muncitori, exploatarea acestui utilaj și a mecanismelor anexă a fost încredințată unui inginer specialist.

III. ORGANIZAREA EXECUTĂRII ELEMENTELOR DE CONSTRUCȚII DIN BETON ARMAT MONOLIT

Transportul amestecului de beton la diversele etaje pentru betonarea porțiunilor de planșeu executate monolit s-a făcut cu ajutorul unui ascensor montat într-una din cajele ascensoarelor de tipul BP–05 cu capacitatea de 0,5 m³. Betonul transportat a fost descărcat în buncăre instalate la fiecare etaj, de unde, cu tomberoane de tip ,,ricșă'', a fost transportat la locul de întrebuințare (fig. 15).

Ținînd seamă că, pentru betonarea diafragmelor, metoda amintită s-a dovedit ineficace, potrivit recomandării Institutului pentru proiectarea organizării executării lucrărilor s-a adoptat soluția de betonare directă cu ajutorul unei stații de pompare a betonului de tipul ,,Pneobeton''.

Schema tehnologică de betonare este prezentată în figura 18.

Stația ,,Pneobeton'' este compusă dintr-o betonieră cu capacitate de 320 l, cu cupă elevator, ciur vibrant, pompă pentru împingerea betonului de tipul S–317, adaptată pentru transportul continuu al betonului, buncărul de primire a betonului și două compresoare de tipul DK–9, fiecare avînd o capacitate de 9 m³.

Stația a fost montată pe un cadru rigid metalic, care a putut fi mutat cu macaraua în locurile cele mai potrivite pentru desfășurarea lucrului.

Practica a arătat că instalația ,,Pneobeton'' poate transporta betonul direct în cofrajul pereților de rigidizare pînă la etajul 14 inclusiv. Pentru transportul betonului la etajele superioare s-a instalat la nivelul 14 o stație de repompare constituită dintr-o pompă de același tip, un amortizor de energie și un compresor (fig. 17). Capacitatea stației este de 1,9 m³/h. Se menționează că betonarea pereților cu ajutorul instalației ,,Pneobeton'' n-a exclus vibrarea betonului în cofraje.

Cofrajele pentru betonarea pereților de rigidizare au fost executate din panouri demontabile din PFL (fig. 18 și 19), care au fost întrebuințate de 5–6 ori.

Folosirea instalației ,,Pneobeton'' pentru betonarea pereților de rigidizare a dus la reducerea sensibilă a consumului de manoperă, ceea ce a făcut ca această metodă să fie mai economică decît în cazul transportării betonului cu ajutorul macaralei BK–300.

Structura de rezistență a unei săli de sport construite la Iași

Conf. ing. **A. Mihul**, ing. **C. Leonte**, ing. **Șt. Enescu**, ing. **A. Cuciureanu**

Fil. INCERC-Iași în colaborare cu catedra de beton armat I. P. Iași

I. STRUCTURA DE REZISTENȚĂ A SĂLII DE SPORT*

În practica alcătuirii structurilor de rezistență ale construcțiilor sălilor de sport cu deschideri mici și mijlocii este cunoscută utilizarea frecventă a cadrelor de beton armat. Reducerea consumului de oțel și a greutății proprii, precum și posibilitatea sporirii deschiderilor la astfel de sisteme se obțin prin precomprimarea lor, asigurîndu-se în acest mod utilizarea mai rațională a diverselor forme de rezistență ce pot satisface în mai bune condiții cerințele funcționale și arhitectonice ale construcțiilor.

În acest sens, în cadrul catedrei de beton armat de la Institutul politehnic Iași, în colaborare cu D.S.A.P.C.-Iași, a fost studiat și introdus în practică un sistem de cadre portal cu rigla curbă, cu armătura postîntinsă dispusă după trasee rectilinii, care a fost aplicat la alcătuirea structurii de rezistență a sălii de

---

* Proiectul lucrării a fost elaborat în cadrul D.S.A.P.C.-Iași de arhitectul Th. Ungureanu în colaborare. Sala de sport a fost executată de T.R.C.-Iași, grupul III de șantiere; șef șantier ing. Z. Staroste.

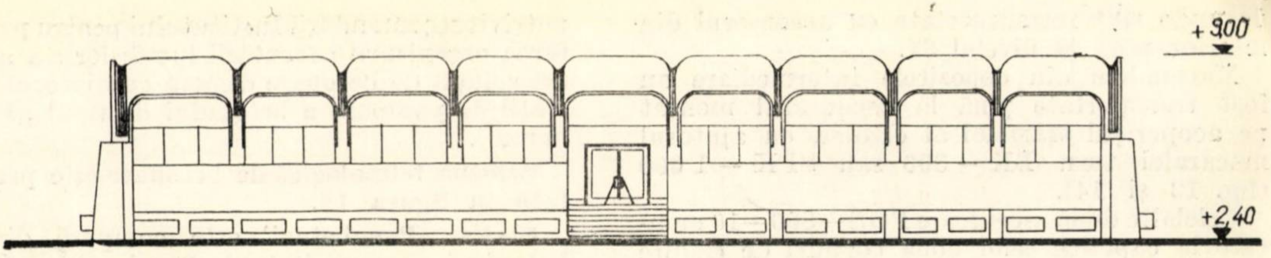


Fig. 1. Fațada principală a sălii de sport din cadrul Institutului agronomic Iași

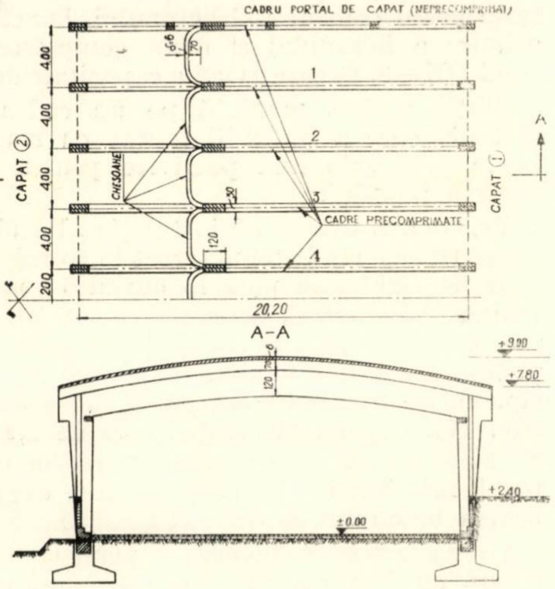

CADRU PORTAL DE CAPAT (NEPRECOMPRIMAT)
4.00
4.00
4.00
4.00
200
6-6
70
1
2
3
4
A
A
CAPAT ②
CAPAT ①
CHESOANE
30
120
CADRE PRECOMPRIMATE
20,20
A-A
6
70
120
+9.00
+7.80
+2.40
±0.00

Fig. 2. Plan și secțiune prin clădirea sălii de sport

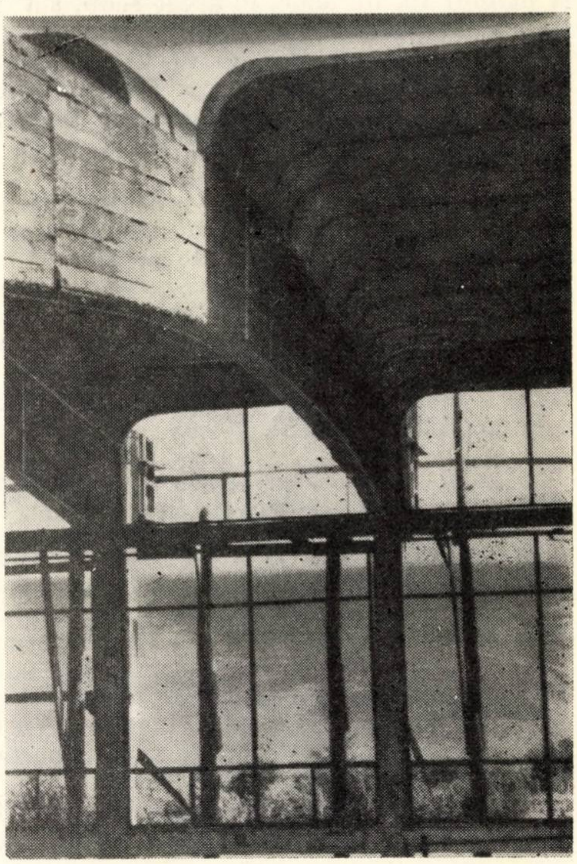


Fig. 3. Rezemarea plăcilor curbe pe riglele cadrelor

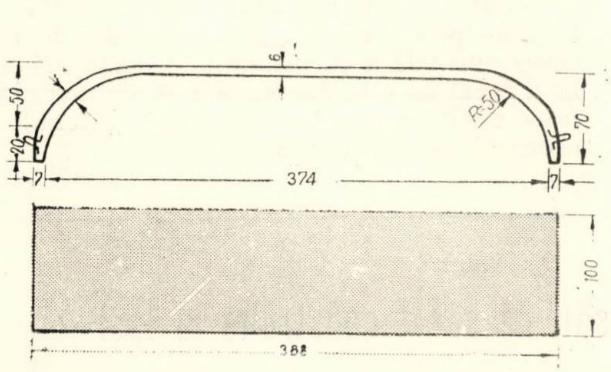

6
50
20
R=50
70
7
374
7
100
388

Fig. 4. Elemente geometrice ale plăcilor curbe de acoperiș

Fig. 5. Aspect de la incercarea plăcilor curbe de acoperiș

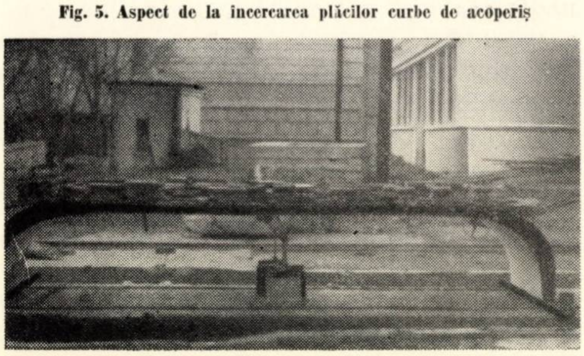
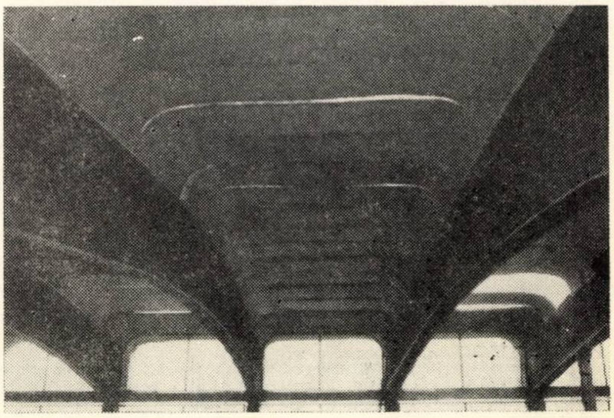


Fig. 6. Realizarea sistemului spațial cu dublă curbură



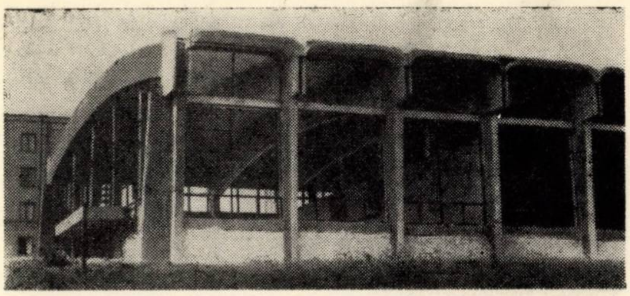


Fig. 7. Aspectul structurii de rezistență înainte de finisarea clădirii

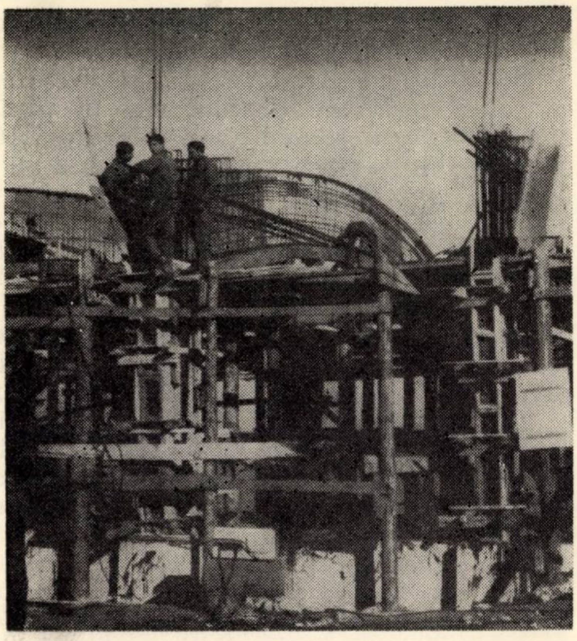
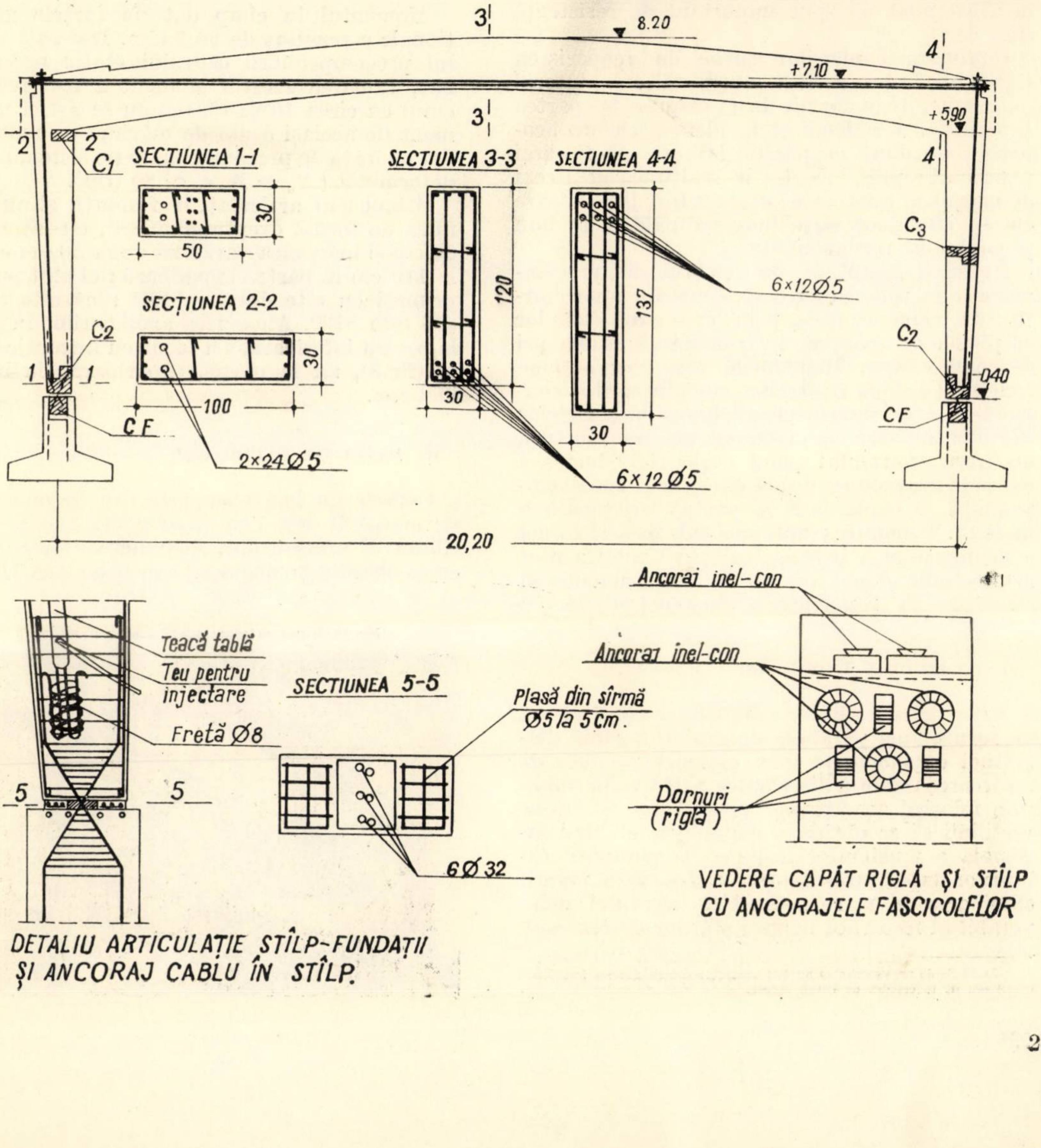


Fig. 9. Dispunerea cablurilor după trasee rectilinii: aspect de la execuție

Fig. 8. Detaliu al cadrului cu rigla curbă precomprimată



3
8.20
4
+7,10
3
+5,90
4
2
2
C1
SECȚIUNEA 1-1
30
50
SECȚIUNEA 3-3
120
30
SECȚIUNEA 4-4
6×12Ø5
137
30
SECȚIUNEA 2-2
30
100
2×24Ø5
6×12Ø5
C3
C2
C2
1
1
CF
CF
0.40
20,20
Teacă tablă
Teu pentru injectare
Fretă Ø8
SECȚIUNEA 5-5
Plasă din sîrmă Ø5 la 5cm.
5
5
6Ø32
DETALIU ARTICULAȚIE STÎLP-FUNDAȚII ȘI ANCORAJ CABLU ÎN STÎLP.
Ancoraj inel-con
Ancoraj inel-con
Dornuri (riglă)
VEDERE CAPĂT RIGLĂ ȘI STÎLP CU ANCORAJELE FASCICOLELOR

sport executate în cadrul Institutului agronomic din Iaşi.

Sala de sport (fig. 1), destinată catedrei de educaţie fizică, are dimensiunile în plan de 20,20×36,00 m şi înălţimea utilă de 7,10 m (fig. 2). Pentru structura de rezistenţă au fost utilizate zece cadre portal precomprimate din beton armat monolit, dispuse după deschiderea de 20,00 m, cu distanţa între ele de 4 m. Acoperişul a fost realizat din plăci prefabricate curbe cu deschiderea de 3,80 m, lăţimea de 1 m şi săgeata de 0,70 m, care au fost rezemate pe riglele cadrelor (fig. 3). Prin forma aleasă a suprafeţei mediane şi prin dispunerea raţională a materialului, grosimea plăcii a putut fi redusă în zona centrală la 6,0 cm, iar în zonele de margine la 9,0 cm (fig. 4). Încercarea plăcilor (fig. 5) a scos în evidenţă rezervele de rezistenţă ale acestui sistem.

Prin solidarizarea plăcilor cu riglele curbe ale cadrelor s-a obţinut un sistem spaţial alcătuit din unde dispuse transversal construcţiei cu dublă curbură de tip eliptic, care a dobîndit în acest mod un spor important de rezistenţă (fig. 6).

Conlucrarea plăcilor curbe de acoperiş cu riglele cadrelor a fost obţinută cu ajutorul unor mustăţi în formă de ∩ dispuse la partea superioară a riglelor şi la elementele de acoperiş (cîte două pe părţile laterale ale fiecărei plăci curbe prefabricate, la înălţimea de 10 cm de marginea inferioară) care au fost legate între ele cu cîte două bare longitudinale Ø 10 mm şi cu beton turnat în dolie.

Reţinem faptul că din efectul de precomprimare în zona superioară a riglelor apar eforturi de întindere care, prin încărcarea cadrelor cu plăcile de acoperiş, se transformă în eforturi de compresiune. Încărcările care vor acţiona construcţia după realizarea monolitizării şi conlucrării între elementele acoperişului şi riglelor cadrelor nu duc la creşterea acestor eforturi, deoarece ansamblul plăci curbe-rigle lucrează ca unde spaţiale cu dublă curbură şi zona comprimată se deplasează la partea superioară a undelor. Totodată, rezolvarea sub această formă a acoperişului a permis realizarea unui aspect arhitectonic plăcut, care se îmbină armonios cu structura de rezistenţă a construcţiei (fig. 7).

II. ALCĂTUIREA CADRELOR

Axa riglei cadrelor (fig. 8) a fost aleasă de forma unei parabole de gradul 2 afină diagramei de momente încovoietoare produse de încărcarea uniform distribuită, astfel ca în condiţiile folosirii armăturilor postîntinse cu trasee rectilinii să se obţină o distribuţie cît mai raţională a tensiunilor iniţiale. Dispunerea cablurilor după trasee rectilinii (fig. 9) a permis eliminarea în mare măsură a efectului defavorabil al frecărilor asupra stărilor de tensiuni, asigurîndu-se totodată condiţii tehnologice superioare pentru realizarea tensionării armăturilor. Astfel, utilajul necesar pentru pretensionare s-a redus cu 50%, întinderea cablurilor fiind făcută de la un singur capăt, iar ancorajele de tip inel-con s-au montat numai la un capăt, la celălalt capăt fiind utilizate dornuri simple.

Manopera consumată pentru pretensionarea cablurilor a fost redusă în proporţie de 40% faţă de manopera care ar fi fost necesară pentru pretensionarea unor cabluri similare cu formă curbă. Dispunerea armăturii după trasee rectilinii a putut fi realizată prin îndepărtarea convenabilă a betonului în lungul riglei care a căpătat o formă curbă, după cum rezultă din figura 10. Prin modul în care s-au distribuit betonul şi armătura pretensionată, s-au putut obţine fără dificultăţi mari stări avantajoase de tensiuni în tot lungul riglei, armătura fiind utilizată la maximum pe toată lungimea ei.

Dimensiunile secţiunii riglei cadrului au rezultat de 30 × 120 cm, armătura fiind alcătuită din 6 cabluri de oţel SBP compuse din 12 ∅ 5 mm.

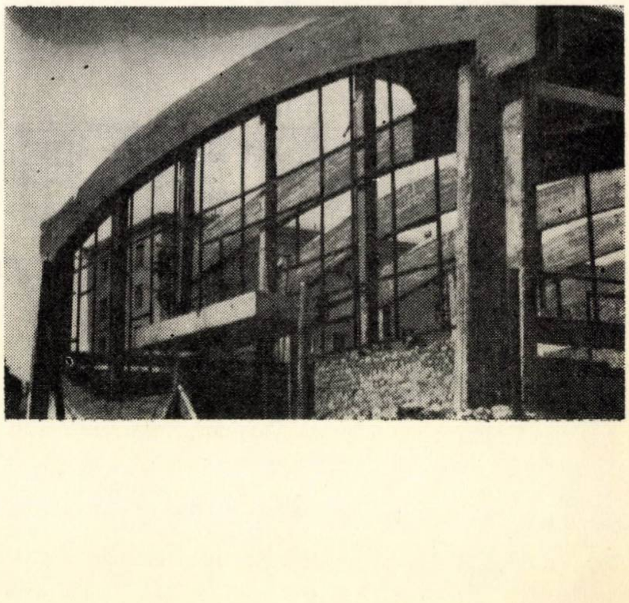
Momentul în cîmp dat de forţele gravitaţionale a rezultat de 90,5 tfm. Datorită efectului precomprimării cadrului static nedeterminat, valoarea acestui moment a fost redusă în cîmp cu circa 10%, obţinîndu-se astfel un moment de acelaşi ordin de mărime cu momentul dat de forţa de precomprimare pe sistemul static determinat ($M_0 = N_0 e_0 \simeq 80$ tfm).

Stîlpii sînt articulaţi în fundaţii şi au secţiunea de formă dreptunghiulară, cu lăţimea de 30 cm şi înălţimea variabilă de la 50 cm la bază la 110 cm la partea superioară; ei sînt precomprimaţi cu cîte două cabluri alcătuite din 24 ∅5 mm SBP. Ancorarea armăturilor în stîlpi, la partea inferioară, s-a făcut cu ancoraje înecate (fig.8), iar la partea superioară, cu blocaje inel-con.

III. EXECUŢIA CADRELOR*

Cadrele au fost executate din beton monolit de marcă B 400. Datorită alegerii traseului rectiliniu al armăturilor, dispunerea tecilor nu a creat dificultăţi în timpul execuţiei (fig. 11). Da-

Fig. 10. Forma cadrelor; aspect după precomprimare



---

* Lucrările de precomprimare au fost executate sub conducerea ing. Radu Grigorescu de la catedra de beton armat.

torită acestor avantaje, cablurile au putut fi introduse în canale după turnarea şi întărirea betonului, ceea ce a simplificat asigurarea protecţiei lor contra agenţilor exteriori.

În prima fază au fost tensionate cablurile din stîlpi; apoi au fost tensionate cablurile din rigle prin tragerea lor de la cîte un capăt. Pretensionarea cablurilor s-a efectuat paralel cu montarea plăcilor de acoperiş (fig. 12), în aşa mod, încît eforturile de întindere din fibra superioară, date din efectul precomprimării, să fie anihilate de eforturile de compresiune rezultate din încărcarea riglelor. Din măsurătorile făcute a rezultat că frecările pe traseu au fost neglijabile, ceea ce a permis realizarea tensiunilor programate, fapt verificat şi de măsurătorile făcute asupra deformaţiilor de precomprimare.

IV. REZULTATELE MĂSURĂTORILOR

În timpul pretensionării armăturilor din stîlpi şi din rigle s-au măsurat deplasările nodurilor de colţ şi deplasările pe verticală ale riglelor la mijlocul deschiderilor pentru cadrele 1, 6 şi 8. Măsurătorile s-au făcut cu ajutorul comparatoarelor micrometrice la terminarea pretensionării şi blocării fiecărei armături postîntinse. În tabela 1 sînt prezentate rezultatele cumulate ale măsurătorilor şi valorile obţinute prin calcul. Deşi la pretensionare forţele de întindere în armături şi alungirile măsurate au fost practic egale cu cele rezultate din calcul, deplasările reale au rezultat mai mici decît cele calculate. La aceasta au contribuit mai multe cauze, dintre care reţinem: pretensionarea armăturilor s-a făcut (din lipsa unor materiale şi mijloace) la circa 3 luni de la turnarea betonului, cînd rezistenţa şi modulul de elasticitate al acestuia au fost mai mari decît cele ce apar la 28 de zile (pentru care s-a efectuat calculul); dimensiunile secţiunilor de beton au fost ceva mai mari decît cele din proiect; momentele de inerţie ale secţiunilor echivalente, datorită armăturilor pretensionate şi nepretensionate, sînt practic cu mult mai mari decît cele luate în calcul (pentru secţiunile de beton simplu); reazemele stîlpilor n-au funcţionat decît parţial ca articulaţii, datorită modului de armare, precum şi din cauza unor legături suplimentare care au apărut pe una din părţile laterale ale construcţiei datorită necesităţii executării unui perete de beton (construcţia fiind executată pe pantă), realizat pe înălţimea de circa 1,5 m, care a dus la conlucrarea parţială dintre cadre.

Tabela 1

Nr. cadrului	Deplasarea pe orizontală a nodurilor (mm)	Contrasăgeată riglă (mm)	
		faţă de noduri	faţă de teren
1	5,60	9,34	9,36
6	5,59	10,035	9,74
8	5,64	9,64	9,48
Rezultate din calcul	5,95	11,50	11,20

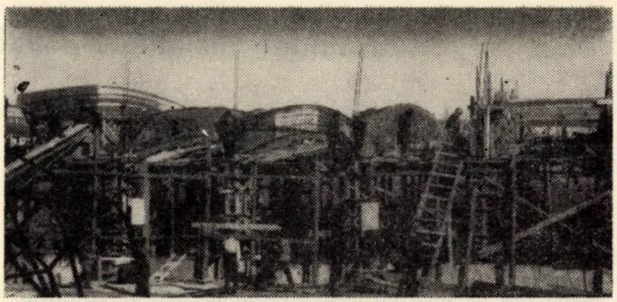


Fig. 11. Dispunerea tecilor şi a armăturii nepretensionate la execuţia cadrelor

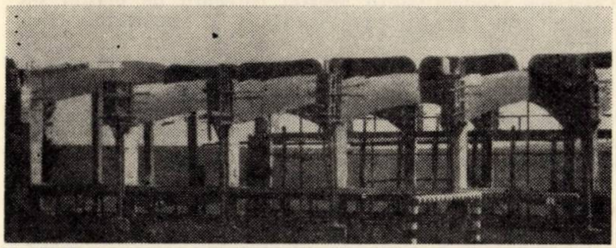


Fig. 12. Pretensionarea cablurilor realizată o dată cu montarea progresivă a plăcilor de acoperiş

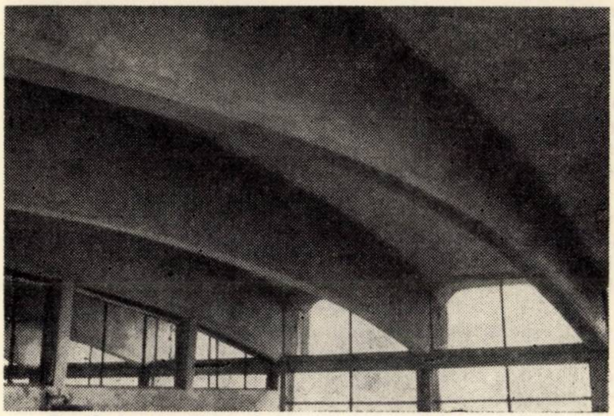


Fig. 13. Aspect arhitectonic interior al sistemului spaţial eliptic

V. CONCLUZII

— Sistemul de cadre precomprimate adoptat la realizarea structurii de rezistenţă a sălii de sport de la Institutul agronomic din Iaşi, caracterizat prin distribuţia raţională a betonului în rigla cadrelor de formă curbă şi prin dispunerea armăturilor pretensionate după trasee rectilinii, prezintă avantaje importante privind tehnologia de execuţie şi consumurile de beton şi oţel, care rezultă reduse în raport cu sistemele de cadre tradiţionale, ca urmare a realizării unor stări favorabile de eforturi.

— Dispunerea armăturilor pretensionate după trasee rectilinii elimină pierderile mari de tensiuni care au loc la sistemele cu cabluri curbe, asigură posibilitatea executării pretensionării de la un singur capăt, reduc manopera de execuţie şi consumul de ancoraje şi oţel.

— Utilizarea plăcilor curbe asigură obţinerea unui aspect arhitectonic plăcut (fig. 13), sporeşte rezerva generală de rezistenţă a sistemului în urma realizării conlucrării cu riglele cadrelor şi obţinerii unor unde transversale cu dublă curbură de tip eliptic şi duce la un consum redus de oţel şi beton necesare construcţiei acoperişului.

Transmisii mecanice moderne pentru maşini terasiere

M. Butculescu
I.P.C.T.

În ultimii ani, productivitatea maşinilor terasiere care lucrează în întreceri succesive: buldozere şi încărcătoare montate pe şenile sau roţi, screpere tractate cu tractoare pe şenile sau pe roţi, gredere autopropulsate şi scarificatoare a sporit spectaculos.

Creşterea productivităţii acestei categorii de maşini s-a înfăptuit prin îmbunătăţirea continuă a următorilor parametri de bază:

1. **Sporirea vitezei.** a) Sporirea vitezei de executare a ciclului de lucru se obţine prin rapiditatea cu care se transmit comenzile date de conducător şi rapiditatea cu care răspund acestor comenzi utilajele active purtate sau încorporate în maşină.

b) Mărirea manevrabilităţii maşinii permite reducerea timpului în care aceasta poate plasa utilajul activ purtat sau încorporat în timpul cel mai scurt în situaţia cea mai favorabilă pentru efectuarea lucrului la capacitatea sa maximă.

c) Viteza de deplasare, înţelegînd prin aceasta sporirea vitezei medii realizată pe un traseu sau capacitatea de acceleraţie sau de desceleraţie a maşinii şi nu numai viteza maximă de vîrf posibilă.

2. **Sporirea disponibilităţii maşinii** la lucru efectiv se obţine prin reducerea numărului şi a duratei lucrărilor prescrise de întreţinere şi reglare, prin posibilitatea de a comasa mai multe lucrări de acest fel şi prin mărirea intervalului între două asemenea lucrări comasate.

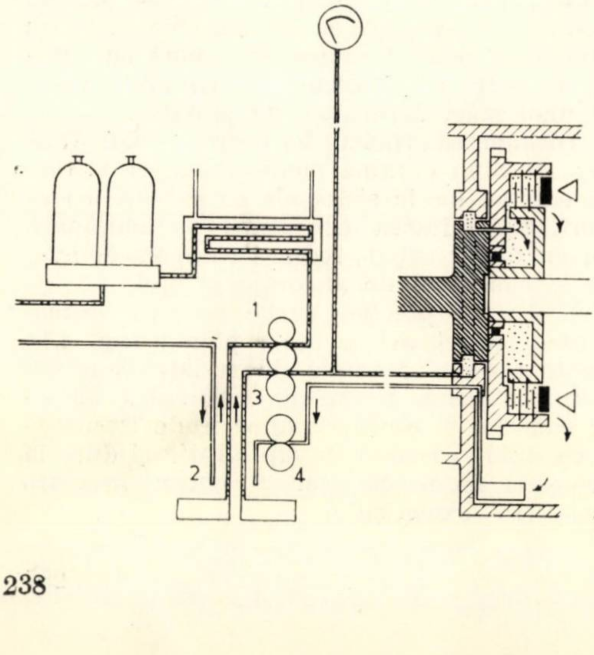
3. **Reducerea efortului fizic** al conducătorului constituie poate parametrul cu ponderea cea mai însemnată. Într-adevăr, reducerea oboselii fizice şi mintale a conducătorului asigură menţinerea aceleiaşi productivităţi pe toată durata schimbului, fără scăderi de randament la finele acestuia şi fără să-i pericliteze sănătatea, constituind totodată parametrul ergometric cel mai însemnat.

Reamintim că unele maşini (autoîncărcătoarele) au de efectuat circa nouă comenzi diferite — în afară de dirijare — pentru realizarea unui ciclu a cărui durată poate varia de la 0,6 la 1 minut.

Pentru atingerea acestui scop se folosesc servocomenzi, se grupează mai multe comenzi la o manetă, se recurge la automatizări parţiale sau totale ale unor subansambluri, se prevăd dispozitive de apărare a unor subansambluri împotriva eventualelor comenzi greşite etc.

Fig. 1. Ambreiaj principal hidraulic (umed)

1 — pompă de alimentare a galeriilor de ungere ale motorului; *2* — retur în baie al uleiului din motor; *3* — pompă de alimentare a camerei discurilor ambreiajului; *4* — pompă de transfer al uleiului din carterul ambreiajului în carterul motorului.



4. **Sporirea confortului** la locul de muncă al conducătorului se obţine prin amenajarea unor fotolii tapisate prevăzute cu pernă, rezemătoare de spate şi părţi laterale reglabile în ambele planuri, vizibilitate bine studiată, acces la locul de muncă uşor şi ferit de accidente posibile, comenzi amplasate accesibil şi eventual cabină climatizată.

Desigur că la obţinerea acestor perfecţionări au contribuit într-o măsură însemnată şi ameliorarea performanţelor motoarelor Diesel, îmbunătăţirea continuă a metalelor, adaptarea pneumaticelor la lucrări din ce în ce mai grele, dar contribuţia cea mai însemnată se datoreşte transmisiilor mecanice, care soluţionează în parte sau total problemele ridicate de parametrii amintiţi.

În prezentul articol ne propunem să trecem în revistă diferitele subansambluri mai însemnate şi să arătăm apoi cum se pot combina pentru alcătuirea unor transmisii specifice diferitelor tipuri de maşini.

Ambreiajul principal, cu garnituri de ferodo şi comandă manuală, nu mai corespunde cînd intervalul între două cuplări scade sub 1 1/2 min. De aceea, tendinţa este de a înlocui acest ambreiaj uscat cu un ambreiaj hidraulic (umed) polidisc prevăzut cu garnituri metalice (fig. 1).

Feţele de contact ale acestor garnituri sînt brăzdate de o reţea de canale prin care circulă ulei sub presiune trimis de una sau chiar mai multe pompe, ceea ce permite să se formeze şi menţină un film de ulei între feţele de contact.

Filmul de ulei are misiunea de a îndulci contactul discurilor, de a reduce uzura garniturilor, dar mai ales de a evacua spre un dispozitiv de răcire, căldura generată prin frecare.

Pentru reducerea efortului fizic al conducătorului, unele tipuri de ambreiaje umede sînt prevăzute cu un dispozitiv hidraulic de asistare a comenzii.

Un ambreiaj principal hidraulic va fi alcătuit, prin urmare, din următoarele elemente: două serii de discuri (de antrenare şi antrenate) cu garnituri metalice; una sau mai multe pompe cu dispozitivele respective de antrenare; ventil de siguranţă; filtru cu sită sau cartuş; filtru magnetic; dispozitive de răcire — schimbător de căldură — etc.; dispozitiv de servocomandă cu timoneria respectivă; maneta de comandă şi uneori chiar un manometru de presiune sau un indicator de temperatură a uleiului.

Aceste ambreiaje pot efectua în bune condiţii mai multe operaţii pe minut. Reglajele necesare pentru preluarea uzurii garniturilor se efectuează, de regulă, o dată cu revizia maşinii.

Ca şi ambreiajele uscate, cele umede întrerup şi restabilesc legătura mecanică dintre motor şi schimbător, transmiţînd aceeaşi turaţie şi, practic, acelaşi cuplu cu al motorului.

Convertizorul de cuplu, ca şi ambreiajul, este un organ de legătură între motor şi restul transmisiei, dar capabil de funcţii multiple.

Convertizorul se compune din trei elemente: o pompă centrifugă (element conducător) acţionată direct de motor, care dirijează jeturi de ulei spre o turbină (element condus) calată pe arborele de ieşire. La ieşirea din turbină, jeturile de ulei sînt dirijate în sensul cuvenit înapoi spre pompă de o a treia serie de aripioare montate pe un moieu numit stator (element reactiv) solidar cu carterul convertizorului.

Spre deosebire de ambreiaje, care, după cum am văzut, transmit acelaşi cuplu cu cel primit, convertizorul poate transmite un cuplu sporit cînd turaţia pompei este mai mare decît aceea a turbinei, ceea ce se întîmplă în momentul pornirii sau cînd maşina întîmpină sarcini sporite întîmplătoare.

În această situaţie, pe fiecare pală a turbinei va acţiona o cantitate mai mare de ulei sub formă de jeturi, a căror viteză creşte pe măsură ce se accentuează diferenţa de turaţie. La aceasta se mai adaugă şi faptul că uleiul, la reintrarea în pompă, este încă animat de o parte din energia imprimată iniţial.

Însumarea acestor parametri are ca rezultat sporirea cuplului, a cărui valoare va fi proporțională cu diferența de turație dintre pompă și turbină, cuplul fiind deci maxim cînd motorul funcționează la turația de regim și axul secund la turații foarte reduse sau chiar la zero.

Pe măsură ce turațiile ambelor axe tind să se egaleze, rolul statorului se reduce considerabil. Statorul unor tipuri de convertizoare poate fi prevăzut cu un dispozitiv de roată liberă, datorită căruia, în momentul cînd turația pompei se apropie de aceea a turbinei, convertizorul va lucra ca un cuplaj hidraulic.

Alte tipuri de convertizoare pot fi dotate, fie cu două statoare, fie cu două turbine (fig. 6 *b*).

Pentru funcționarea în bune condiții, convertizorul este echipat cu un dispozitiv pentru răcirea uleiului, pompe, filtre, manometre etc.

Turația pompei și a turbinei nu se vor egala niciodată. Axele lor nu vor lucra niciodată în „priză directă", ca în cazul folosirii unui ambreiaj uscat sau umed. Se spune că convertizorul de cuplu alunecă.

Convertizoarele s-au impus pe mașinile terasiere datorită următoarelor însușiri :

— motorul Diesel va funcționa mereu la turația maximă ;

— asigură mărirea cuplului la pornire sau cînd mașina întîmpină o sarcină sporită întîmplătoare ;

— cuplul dezvoltat este proporțional cu solicitarea întîmpinată. Această rezervă de forță permite folosirea unor cutii de viteze cu mai puține trepte decît în cazul folosirii ambreiajelor uscate sau umede ;

— indiferent de viteza de deplasare a mașinii, turația pompelor hidraulice antrenate direct de motor va fi constantă, asigurîndu-se deci, în timp, debite constante de ulei, necesar atît pentru acționarea diferitelor subansambluri ale transmisiilor, cît și ale verinelor care acționează utilajele purtate. Menținerea turației maxime a motorului reprezintă una din caracteristicile esențiale ale productivității ridicate. De aceea, pe multe mașini, în locul manetei de accelerație găsim azi manete de descelerație, necesare la unele manevre întîmplătoare.

Prin urmare, indiferent de rezistența întîmpinată sau de reducerea vitezei mașinii în timpul lucrului, promptitudinea cu care răspund diferitele comenzi rămîne constantă.

— Cuplajele vor fi line, lipsite de smucituri, se elimină complet posibilitatea de a cala motorul ca urmare a întîmpinării unor sarcini sporite.

— Se reduce uzura, nemaiexistînd piese de frecare.

— Contribuie la reducerea oboselii conducătorului, convertizorul lucrînd automat, în funcție de sarcina întîmpinată.

Vom arăta mai jos cum se poate înlătura dezavantajul constituit de faptul că convertizorul nu poate funcționa în priză directă, el avînd mereu un patinaj, care în drum drept sub sarcină redusă se traduce cu un spor de consum de combustibil, care, dacă la autoturisme este admisibil, în schimb nu este de dorit la mașini terasiere.

Prin urmare, convertizorul de cuplu lucrează automat, are posibilitatea de a spori cuplul motor primit, dar transmite mai departe o turație puțin mai redusă decît cea primită.

Divizorul de cuplu este un subansamblu alcătuit dintr-un tren de pinioane planetare și un convertizor. Se montează în locul ambreiajului principal sau al convertizorului. Divizorul de cuplu „divide" cuplul motor după un raport specific tipului mașinii pe care se montează, repartizînd un procent din valoarea cuplului trenului planetar și alt procent convertizorului.

Rolul său este de a permite transmisiei de a lucra, fie pe convertizor în sarcină, fie în priză directă în deplasare. Trecerea de la o fază la alta se efectuează automat.

În cazul cînd valoarea sarcinii întîmpinate sporește sau se reduce față de anumite valori prestabilite, atît convertizorul de cuplu, cît și divizorul de cuplu nu înlătură necesitatea de a schimba viteza.

Schimbătoarele de viteze se compun, în general, din două grupe de pinioane :

— grupul de trepte demultiplicatoare și

— grupul inversor (al sensului de rotație).

La aceste grupe se mai poate adăuga uneori și un al treilea grup :

— reductorul.

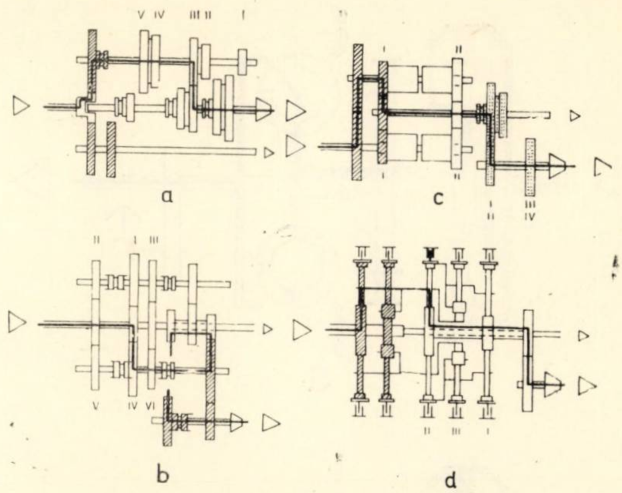


Fig. 2 Schimbătoare de viteze pentru tractoare pe șenile.

a — inversor și schimbător cu baladori : 5 viteze înainte și 5 viteze înapoi. Desenat cuplat în viteza a III-a înainte ; *b* — schimbător și inversor, ambele sincronizate : 6 viteze înainte și 6 viteze înapoi. Desenat cuplat în viteza a IV-a înainte ; *c* — inversor și schimbător asistat cu ambreiaje compacte rotative și reductor mecanic cu baladori : 4 viteze înainte și 4 viteze înapoi. Desenat cuplat în viteza I înapoi și reductorul cuplat în gama vitezelor de transport ; *d* — inversor și schimbător asistat cu ambreiaje inelare : 3 viteze înainte și 3 viteze înapoi. Desenat cuplat în viteza a II-a înainte

Aceste grupe de pinioane pot fi montate unul după altul rectiliniu, la tractoare și încărcătoare pe șenile (fig. 2 *a*) la niveluri diferite, etajate, la încărcătoare pe roți (fig. 5 *a*) și gredere autopropulsate (fig. 9 *a*, *b*), într-un carter comun sau cartere individuale, ordinea așezării lor pe parcursul fluxului motor putînd varia de la un constructor la altul sau chiar de la un tip de mașină la altul.

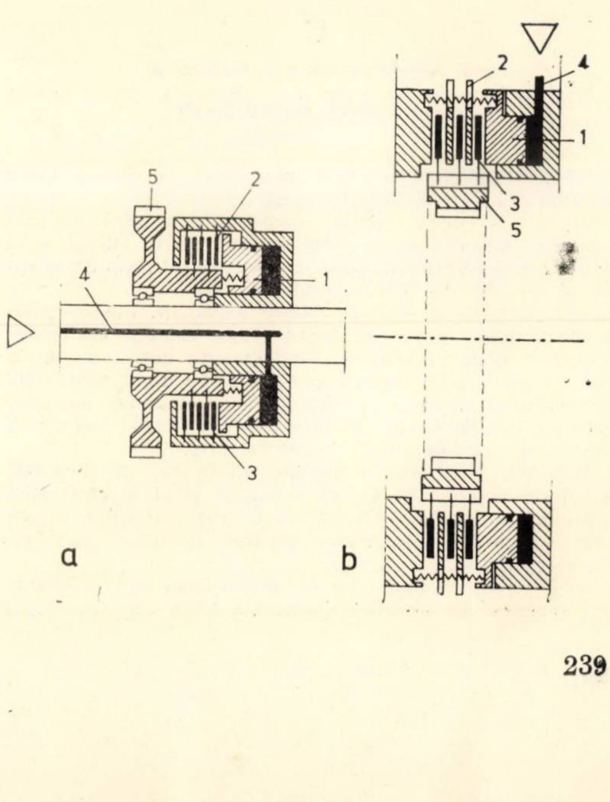
Cînd numărul treptelor schimbătorului este ridicat, schimbătorul poate fi compartimentat pentru a se obține o rigiditate sporită a cutiei și a limita avariile în cazul ruperii unui dinte.

Cuplarea pinioanelor care constituie grupul de trepte demultiplicatoare a schimbătorului se poate efectua în patru feluri, primele două fiind sisteme clasice pe care le vom reaminti, iar ultimele două fiind sisteme noi.

Cutia de viteze cu pinioanele neangrenate. Fiecare pereche de pinioane ale unei trepte prezintă un pinion calat pe un ax și unul care poate aluneca pe axul său. Culisarea se efec-

Fig. 3. Ambreiaje pentru asistarea schimbătoarelor

a — ambreiaj compact rotativ ; *b* — ambreiaj inelar fix ; *1* — piston ; *2* — discuri de antrenare ; *3* — discuri antrenate ; *4* — intrarea uleiului de comandă ; *5* — pinion



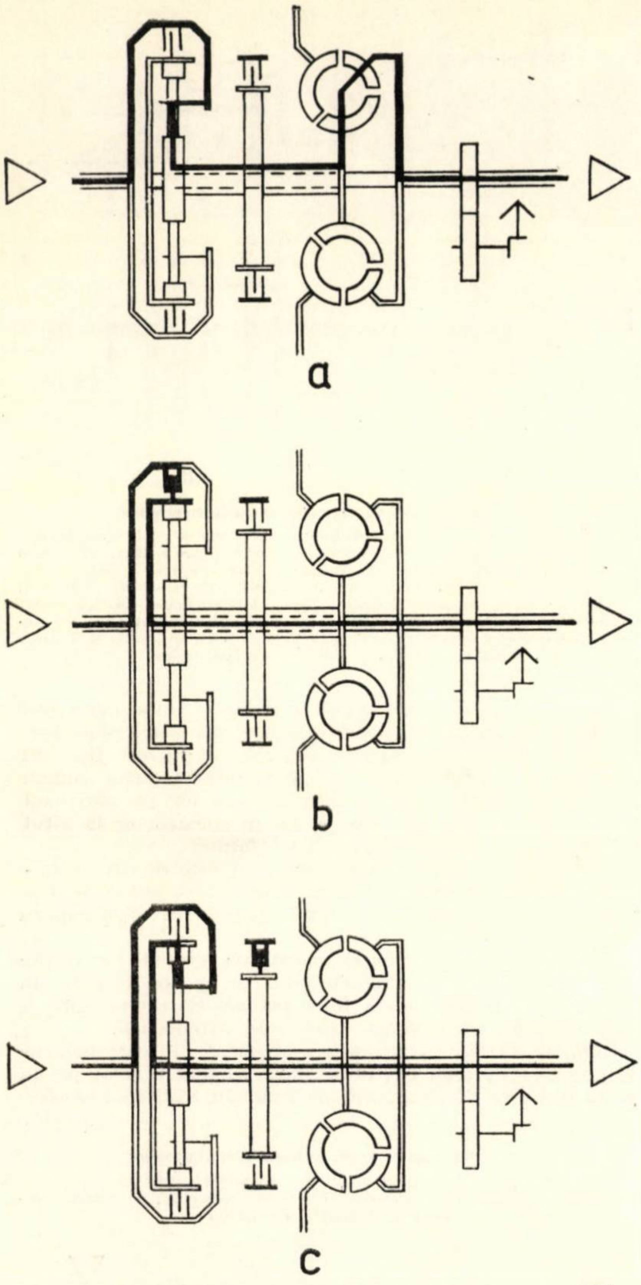


Fig. 4. Reductor automat cu trei trepte (game)
a — funcţionare pe convertizor de cuplu; *b* — funcţionare în priză directă; *c* — funcţionare în supramultiplicare

tuează pe o porţiune a axului prevăzută cu nuturi. Avem schimbătorul cu baladori (fig. 2 *a*).

Pentru a se putea efectua cuplarea a două pinioane prin alunecare este necesar ca dinţii acestora să fie drepţi şi ca turaţia lor să corespundă, ceea ce necesită un timp de aşteptare şi atenţie din partea conducătorului.

Cutia de viteze cu toate pinioanele angrenate. Fiecare pereche de pinioane angrenate are un pinion calat pe un arbore şi celălalt liber pe arborele său. Treapta dorită se obţine prin alunecarea pe nuturi prevăzute pe axul pinionului liber al unui manşon de sincronizare comandat mecanic. Manşonul solidarizează pinionul liber cu axul respectiv. Acesta este schimbătorul sincronizat (fig. 2 *b*).

Pinioanele fiind mereu cuplate, dinţii pot fi elicoidali. Transferul cuplului de la un pinion la altul se efectuează continuu, nu cu intermitenţe ca în cazul dinţilor drepţi, ceea ce asigură o funcţionare mai lină, reducîndu-se vibraţiile şi zgomotul.

Unele tipuri de manşoane de sincronizare sînt prevăzute cu dispozitive de frînare a pinionului liber, care au scopul de a scurta timpul de aşteptare pentru egalarea turaţiei pinionului liber pe axul respectiv. Prin urmare, cuplarea se poate efectua mai repede, cu riscuri mai reduse de avariere.

Schimbătoarele cu baladori şi cele sincronizate le vom numi schimbătoare mecanice.

Dacă pentru solidarizarea pinioanelor libere cu axele respective folosim în locul manşoanelor de sincronizare mici ambreiaje umede cu discuri multiple prevăzute cu garnituri metalice acţionate hidraulic, avem un schimbător asistat sau un schimbător sub sarcină (*power shift*) (fig. 2 *c*).

Deoarece aceste ambreiaje, ca şi manşoanele de sincronizare, se rotesc o dată cu axele pe care sînt calate şi prin faptul că sînt de dimensiuni reduse, ele se numesc ambreiaje rotative compacte (fig. 3 *a*). Prin faptul că acest schimbător prezintă în general un număr mai mare de axe decît schimbătoarele convenţionale, ele se mai numesc şi schimbătoare cu axe intermediare (fig. 2 *c*).

În fine, această serie de schimbătoare enumerată în ordinea apariţiei lor pe şantiere, ordine care corespunde şi cu clasificarea lor sub aspectul preţului de cost, se completează cu schimbătorul asistat cu trenuri de pinioane planetare (fig. 2 *d*).

Vom reaminti că pentru ca un tren de pinioane planetare să poată transmite printr-unul din elementele sale (pinion solar, pinioane planetare sau pinion inelar) cuplul primit de un alt element al său, este necesar ca al treilea element să fie blocat.

Blocarea se realizează la aceste schimbătoare cu ambreiaje umede cu discuri multiple prevăzute cu garnituri metalice cu acţionare hidraulică, dar montate la exteriorul pinioanelor inelare. De aceea, aceste ambreiaje se numesc ambreiaje inelare (fig. 3 *b*).

Ambreiajele inelare pot fi fixe sau rotative. Unele tipuri de schimbătoare planetare asistate pot folosi, fie numai ambreiaje inelare fixe, fie fixe combinate cu inelare rotative, niciodată însă cu rotative compacte.

Schimbătoarele cu servoambreiaje hidraulice se numesc schimbătoare asistate.

Fiecare din ambreiajele umede, compacte sau inelare ale unui schimbător asistat poate prelua funcţia ambreiajului principal şi prin urmare acesta devine inutil şi poate fi înlăturat.

Se desprind următoarele deosebiri între cele două tipuri de schimbătoare asistate, care, ambele, caracterizează transmisiile moderne :

— suprafaţa de fricţiune a ambreiajelor rotative compacte este limitată : dimensional în ce priveşte diametrul de distanţă redusă între axele schimbătorului şi în ceea ce priveşte numărul de discuri de viteză din ce în ce mai redusă cu care răspunde un ambreiaj prevăzut cu un număr excesiv de discuri ;

— au ca avantaj costul mai redus şi accesibilitatea uşoară în caz de avarie ;

— suprafaţa de fricţiune a ambreiajelor inelare rotative sau fixe nu este limitată dimensional, cuplul motor este transferat de un număr mai mare de dinţi, iar împingerile laterale în paliere sînt mai reduse ;

— schimbătoarele cu trenuri planetare prezintă avantaje însemnate, însă sînt mai scumpe, de aceea ele se montează pe maşinile de clasă superioară.

Servoambreiajele arătate mai sus, atît cele compacte, cît şi cele inelare, sînt prevăzute, ca şi ambreiajul hidraulic principal, şi cu un număr însemnat de accesorii.

Schimbătoarele asistate se caracterizează prin faptul că permit trecerea de la o treaptă la alta sau de la un sens de mers la altul, din mers, fără timp de aşteptare, înlăturîndu-se posibilitatea de a avaria dinţii prin efectuarea unor schimbări de viteze neatente, de către conducătorii obosiţi sau de calificare redusă, cuplul motor transformîndu-se din treaptă în treaptă, fără întreruperi, opriri sau smucituri.

— Deoarece, uneori, maşinile echipate cu ambreiaje compacte nu pot efectua schimbarea de sens de mers direct, datorită suprafeţei de contact reduse a acestor ambreiaje, unii constructori recomandă ca pentru efectuarea acestei comenzi să se oprească maşina pe loc cu ajutorul frînelor.

Pentru înlăturarea acestui neajuns s-a creat un nou ambreiaj, numit *ambreiaj „modulat"*, care se montează între convertizorul de cuplu şi schimbător.

Ambreiajul modulat este un ambreiaj multidisc cu garnituri metalice care funcţionează în baie de ulei şi este însoţit de o serie de accesorii, ca şi celelalte ambreiaje umede.

Se caracterizează prin aceea că poate „modula” cuplul motor transmis, adăugînd suprafaţa plăcilor sale suprafeţei plăcilor oricărui ambreiaj rotativ compact din schimbător. Maneta de comandă este aceeaşi cu maneta schimbătorului şi anume, în prima parte a cursei, maneta acţionează ambreiajul modulat şi în a doua parte a cursei acţionează comanda treptei respective a schimbătorului.

— Distingem, sub numele de *inversor de sens*, ansamblul de piese care asigură inversarea sensului de mers (înainte-înapoi) figurate haşurat în desene.

Inversoarele sînt de două feluri. Pe maşinile al căror ciclu de lucru necesită deplasări mai lungi înainte decît înapoi vor fi suficiente una sau două trepte pentru a asigura mersul înapoi. În acest caz, schimbarea de sens se efectuează acţionînd mecanic inversorul constituit, în general, din pinioane baladoare sau manşoane de sincronizare.

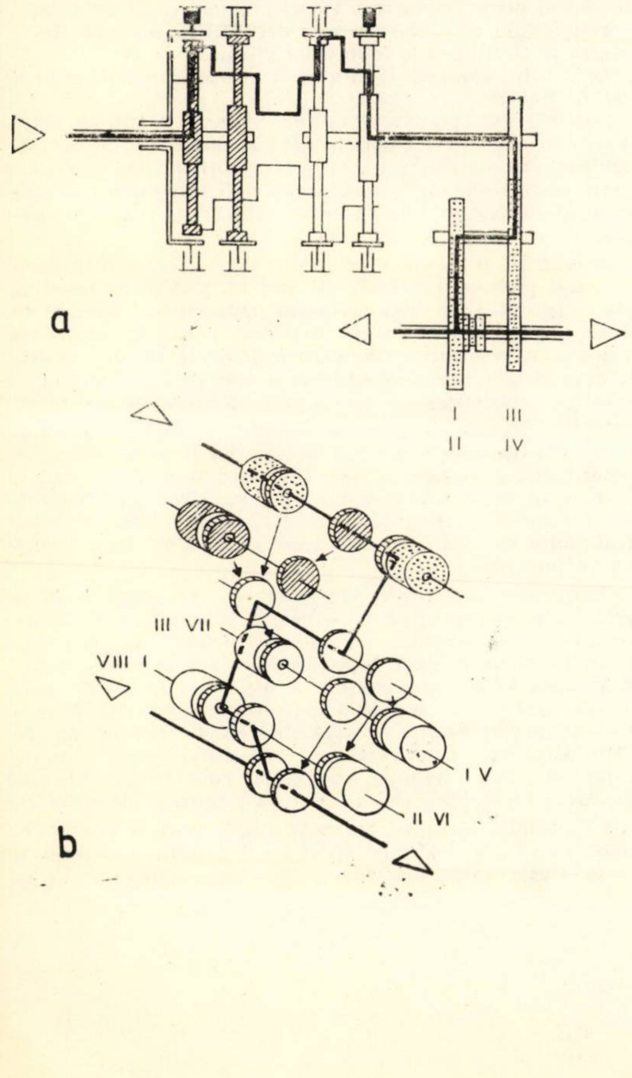
Pe maşinile al căror ciclu de lucru necesită un număr de deplasări înainte şi înapoi echivalente în timp se inversează toate treptele schimbătorului. Această inversare se poate obţine, fie cu inversoare mecanice alcătuite tot din pinioane baladoare (fig. 2 *a*) sau manşoane de sincronizare (fig. 2 *b*), fie cu inversoare asistate echipate cu ambreiaje compacte sau inelare (fig. 2 *c*, *d*, 5, 8 şi 9 *b*, *c*).

În cazul inversării tuturor treptelor, vitezele de deplasare înapoi sînt puţin mai rapide decît vitezele corespunzătoare de deplasare înainte, deoarece buldozerele sau încărcătoarele lucrează în sarcină în mers înainte şi se deplasează înapoi în sarcină redusă sau în gol.

Reductorul se compune dintr-un ansamblu de pinioane care ne dau două sau mai multe trepte de demultiplicare (figurate punctat în desene) şi are ca scop dublarea, triplarea etc. numărului treptelor schimbătorului, repartizînd numărul total de trepte obţinute în două sau trei game de viteze: gamă viteze de lucru, gamă viteze de deplasare etc. De aceea, reductorul se mai numeşte şi selector de gamă. Reductoarele pot fi montate înaintea sau înapoia schimbătoarelor sau în puntea motrice (fig. 2 *c*, 7 *c*, *d* şi 9 *a*). Reductoarele sînt de două feluri: cu comandă manuală mecanică şi automate. În primul caz, reductorul prezintă în general două trepte. Comanda pinioanelor inversorului se efectuează manual, folosind baladori sau manşoane de sincronizare (fig. 5 *a*, 9 *a*).

Fig. 5. Schimbătoare pentru maşini montate pe roţi. Încărcător cu cupă frontală şi buldozer

a — inversor şi schimbător asistate cu ambreiaje inelare; reductor mecanic sincronizat; 4 viteze înainte şi 4 viteze înapoi. Desenat cuplat în viteza I înapoi; *b* — reductor, inversor şi schimbător asistate cu ambreiaje rotative compacte 3 viteze înainte şi 4 viteze înapoi. Desenat cuplat în viteza a VIII-a înainte



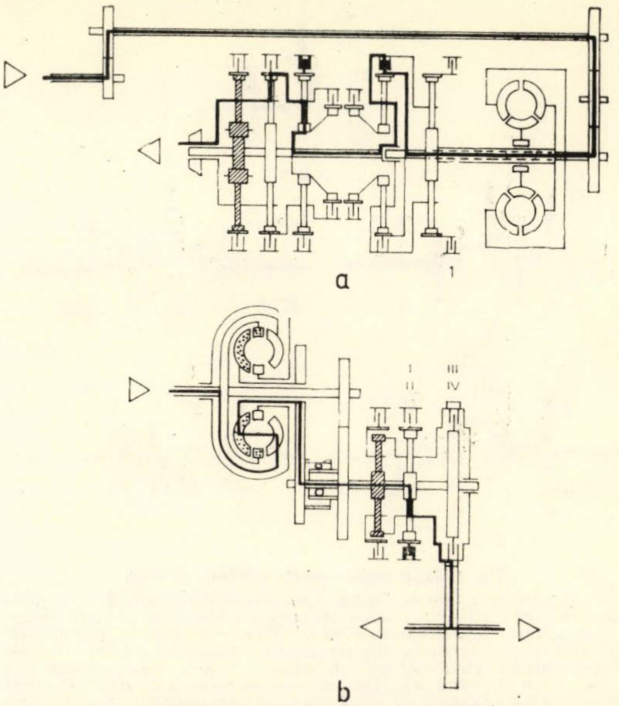


Fig. 6. Schimbătoare pentru maşini montate pe roţi. Screpere

a — inversor şi schimbător asistate cu ambreiaje inelare fixe şi rotative. Trenul planetar (1) comandă funcţionarea vitezelor I şi a II-a înainte şi I înapoi pe convertizor. Vitezele III···VIII înainte sînt cuplate direct cu motorul. Pentru o viteză este necesară cuplarea simultană a două trenuri planetare. Desenat cuplat în viteza a VI-a înainte; *b* — reductor automat cu două trepte (game de lucru) şi schimbător asistat cu ambreiaje inelare fixe şi rotative; 4 viteze înainte şi 4 viteze înapoi. Desenat cuplat în viteza a II-a înainte — gama de lucru

Reductorul automat cu două trepte (fig. 6 *b*) se compune dintr-un convertizor de cuplu cu două turbine: una pentru fiecare gamă de viteze. Trecerea de la o gamă la alta se efectuează automat în funcţie de turaţia axului de ieşire. Acest reductor nu poate înlătura alunecarea convertizorului de cuplu.

Reductorul automat cu trei trepte (fig. 4) se compune dintr-un divizor de cuplu, două ambreiaje umede şi un dispozitiv centrifugal pentru comandarea automată a acestor ambreiaje.

Acest subsansamblu care funcţionează automat, în funcţie de turaţia arborelui de ieşire, se cuplează de obicei cu un schimbător complet, asistat de cele mai multe ori de tipul cu pinioane planetare şi ne dă trei game de lucru: una pentru funcţionarea transmisiilor pe convertizor de cuplu, una pentru funcţionare în priză directă şi una pentru funcţionare în supramultiplicare (*Schnellgang*). Cuplat cu un schimbător cu trei trepte, vom obţine deci un total de nouă trepte înainte şi posibilitatea de a înlătura alunecarea, în deplasare, a convertizorului.

Punţile motrice cu care sînt înzestrate maşinile terasiere montate pe roţi sau şenile folosesc exclusiv grupurile conice pentru a efectua schimbarea de direcţie a fluxului motor.

Vom împărţi punţile motrice în două categorii: prima pentru maşinile montate pe şenile şi a doua pentru cele montate pe roţi.

Virajele maşinilor montate pe şenile se efectuează exclusiv cu ajutorul dispozitivelor speciale montate în punţile motrice de o parte şi de alta a grupului conic. Aceste dispozitive permit efectuarea următoarelor categorii de viraje:

— prin decuplarea şenilei interioare a virajului, întreg cuplul motor este repartizat şenilei exterioare; maşina va efectua un viraj liber de rază mare. Prin blocarea şenilei decu-

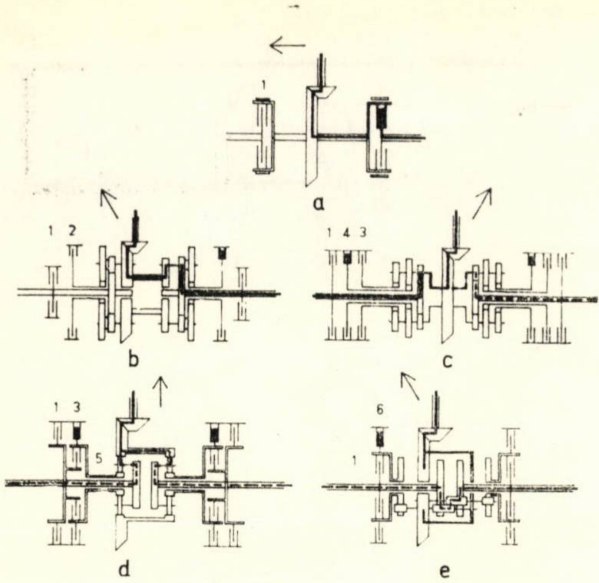


Fig. 7. Punți motrice pentru tractoare pe șenile

— cu ambreiaje și frîne de direcție. Viraj stînga prin pivotare în jurul șenilei tîngi; *b* — cu 4 trenuri de pinioane planetare și 4 frîne. Viraj liber spre stînga; — cu 6 trenuri de pinioane planetare și 6 frîne. Viraj controlat spre dreapta; *d* — cu 2 trenuri de pinioane planetare și 6 frîne. Înainte pe reductor; *e* — diferențial controlat. Viraj controlat spre stînga; *1* — frînă pentru blocarea unei șenile; *2* — frînă pentru deblocarea unui tren de pinioane planetare; *3* — frînă demultiplicator (treapta I); *4* — frînă demultiplicator (treapta a II-a); *5* — frînă blocare diferențial; *6* — frînă acționare sateliți

plate vom obține un viraj în loc în jurul centrului geometric al șenilei interioare;

— prin repartizarea cuplului motor pe ambele șenile, însă la turații diferite, mașina va efectua un viraj „controlat", a cărui rază va fi în funcție de raportul de demultiplicare existent între ambele dispozitive de dirijare;

— cuplul motor este repartizat egal pe ambele șenile, care se vor roti însă în sensuri opuse. Va rezulta un viraj prin pivotarea în jurul centrului geometric al mașinii;

—unele mașini au posibilitatea de a executa și unele combinații din manevrele arătate mai sus.

Decuplarea unei șenile se poate efectua cu ajutorul unui ambreiaj de direcție multidisc uscat sau umed, cu comandă manuală sau asistată, la punțile cu ambreiaje de direcție (fig. 7 *a*) sau prin deblocarea unui tren de pinioane planetare și patru frîne (fig. 7 *b*).

În ambele cazuri, blocarea șenilei interioare se efectuează cu o frînă specială.

Comenzile se pot da, în primul caz, cu un levier pentru ambreiaj și o pedală pentru frînă sau numai cu o pedală, care în prima parte a cursei sale acționează ambreiajul și în a doua parte acționează frîna. Acest sistem se numește „totul la picior" și eliberează mîinile conducătorului pentru alte manete.

În mod similar, comenzile punții cu pinioane planetare se pot efectua numai cu leviere, care vor acționa tot în doi timpi ambele comenzi: deblocarea pinioanelor și a frînei. Această comandă se numește „totul la mînă". Frîna de parcare este acționată cu o pedală separată.

Virajele controlate se efectuează cu una din punțile motrice următoare:

Punte cu șase trenuri de pinioane planetare și șase frîne (fig. 7 *c*). Comenzile sînt acționate tot cu ajutorul a două leviere—totul la mînă—și se pot obține în afara manevrelor arătate la puntea precedentă și acționarea unui reductor. Cînd reductorul unei șenile este cuplat în treapta superioară și celălalt în treapta inferioară, obținem un viraj controlat. Cînd ambele reductoare sînt cuplate în treapta inferioară rezultă o încetinire a mersului rectiliniu înainte sau înapoi (reductor).

Puntea cu două trenuri de pinioane planetare și șase frîne execută aceleași manevre ca puntea precedentă (fig. 7 *d*).

Diferențialul controlat (fig. 7 *e*) lucrează în drum drept și în viraje ca un diferențial convențional. Cu ajutorul unei frîne, însă, putem acționa asupra vitezei de rotație a sateliților, ceea ce va avea ca efect rotirea pinioanelor planetare la turații diferite și în consecință șenilele se vor roti și ele în același sens, dar la turații diferite. Rezultă un viraj controlat cu rază dată.

Diferențialul controlat poate fi blocat în drum drept.

Toate punțile capabile de a efectua viraje controlate au și posibilitatea de a bloca o șenilă și a efectua pivotarea mașinilor în jurul centrului geometric al șenilei blocate.

Mașinile capabile a efectua întoarceri prin pivotare în jurul centrului lor geometric sînt înzestrate cu două schimbătoare, două grupuri conice și eventual cu un reductor comun. Aceste mașini pot executa și viraje controlate: un schimbător în viteza I și al doilea în viteza a II-a etc.

Menționăm că sistemul cel mai răspîndit de dirijare este cel cu ambreiaje și frîne de direcție.

Mașinile montate pe roți folosesc aproape exclusiv diferențialele preluate din industria automobilelor. Diferențialul asigură, în bune condiții de aderență a roților, repartizarea cuplului motor pe ambele roți, în proporție egală, atît la deplasarea rectilinie, cît și în viraj. În momentul însă cînd o roată calcă pe un teren cu aderență slabă sau zero (noroi sau gheață) cuplul motor este repartizat într-o proporție importantă sau chiar în întregime pe roata fără aderență, reducînd deci în mare măsură (sau uneori chiar complet) dirijarea cuplului spre roata cu aderență bună.

Pentru a înlătura acest defect al diferențialului clasic se poate folosi unul din dispozitivele următoare:

Se suprimă ansamblul format din pinioanele satelite și planetare, folosindu-se numai grupul conic. Mașina astfel echipată va lucra în bune condiții pe aliniamente lungi sau în viraje cu rază mare.

Dispozitive cu comandă manuală pentru blocarea diferențialului în drum drept. Se blochează cu ajutorul unui cuplaj cu gheare una din axele planetare cu caseta sateliților sau se cuplează ambele axe planetare între ele cu ajutorul unui manșon canelat, în cazul cînd între grupul conic și axele planetare există o treaptă de multiplicare, astfel încît ambele axe să fie montate cap la cap.

Ambele dispozitive se pot cupla și din mers, cu condiția ca ambele roți să aibă încă aceeași turație.

Dispozitiv cu comandă automată pentru blocarea axelor planetare în drum drept și deblocarea acestora în viraje.

În locul pinioanelor satelite și planetare se montează în caseta diferențialului două mici ambreiaje cu gheare, care în drum drept solidarizează axele, iar în viraje ambreiajul corespunzător roții exterioare se decuplează automat. Recuplarea se efectuează la ieșirea din viraj.

Dispozitive automate pentru repartizarea cuplului ambelor roți în drum drept și în viraje:

Sateliții sînt prevăzuți cu un sistem de frînare automată care acționează asupra axelor lor, astfel încît în momentul începerii unui patinaj, rotirea sateliților fiind încetinită automat, ambele roți vor continua a fi antrenate. Dispozitivul are dezavantajul că frînează sateliții și în timpul virajelor pe teren cu adereță bună.

Repartizor de cuplu. Sateliții sînt înlocuiți cu cîte un grup de trei pinioane elicoidale pe care un sistem de resorturi plate exercită o presiune etalonată. Dispozitivul lucrează în drum drept și în viraje ca un diferențial clasic. În cazul cînd una din roți se va roti brusc mai repede decît cealaltă, se naște în planetara respectivă un cuplu reactiv care are ca rezultat sporirea cuplului primit de axa roții cu aderență mai bună.

Tot în această categorie de dispozitive vom înregistra și echiparea tractoarelor pe roți monoax cu frîne pe axele planetare, dispozitiv care permite frînarea alternativă a roților, ceea ce are ca efect un mers în zig-zag în „cîrmeală". Datorită acestui sistem, mașina va putea înainta în terenuri grele cu mai multă ușurință decît un tractor pe două axe cu o singură punte motrice.

Întîrzietorii sau frînele dinamice se montează înaintea schimbătoarelor de viteze și servesc la încetinirea vitezei mașinilor pe roți înainte de aplicarea frînelor sau pentru a menține viteza de coborîre pe pante la valorile dorite. Aceste dispozitive nu pot opri mașina pe loc. Pe mașinile ale căror utilaje purtate sînt acționate hidraulic se montează întîrzietori hidraulici. Aceștia se aseamănă cu un convertizor de cuplu și prezintă asupra frînelor clasice montate pe roți avantajul că elimină, practic, uzurile, iar căldura generată este evacuată cu ajutorul uleiului spre un dispozitiv de răcire.

Pe mașinile, mai rare, ale căror utilaje purtate sînt acționate electric se folosește generatorul pentru a absorbi în mers la vale energia mecanică pe care o transformă în energie electrică şi pe care o îndreaptă spre un dispozitiv special de absorbire, „rezistorul".

Demultiplicaţii finale. Deoarece turaţia motoarelor este totdeauna mult superioară turaţiei roţilor sau şenilelor, se folosesc reductoare pentru a se obţine echivalarea turaţiilor. Reducerea turaţiei se obţine cu seturi de angrenaje demultiplicatoare pe care le vom divide în două categorii: prima, este alcătuită din trepte reductoare variabile din combinarea cărora obţinem gama de viteze corespunzătoare lucrului de efectuat (reductor şi schimbător), iar a doua categorie cuprinde treptele demultiplicatoare constante.

Deoarece la fiecare reducere a turaţiei corespunde o sporire a valorii cuplului motor transmis, piesele şi palierele, la rîndul lor, necesită o dimensionare tot mai puternică pe măsură ce ne îndepărtăm de motor.

Treptele demultiplicatoare variabile sînt mai complexe şi deci mai scump de uzinat, de acea, în mod general, aceste trepte se amplasează imediat după motor, unde sînt mai puţin solicitate, iar cele constante, cît mai aproape de roţi sau de şenile. Demultiplicaţiile constante sau finale cuprinse în carterul transmisiilor sînt în general alcătuite din trenuri de pinioane cu dinţi drepţi, iar cele montate în moieurile roţilor stelate ale şenilelor sau roţilor sînt alcătuite din trenuri de pinioane planetare. Deci, la maşinile montate pe patru roţi motrice vom găsi în general şi patru trenuri de pinioane planetare, unul în fiecare roată, în locul unui singur demultiplicator montat central, după cum ar fi aparent raţional. Această sporire a numărului demultiplicatoarelor finale se justifică prin dimensionarea redusă a axelor, a suporturilor lor, dar mai ales a articulaţiilor cardanice, piese delicate şi foarte solicitate.

Selecţia subansamblurilor necesare pentru alcătuirea unei transmisii mecanice se efectuează, în principiu, analizînd următoarele caracteristici specifice lucrării de efectuat de către o maşină:

— Raportul dintre durata fazei de sapă (S) şi aceea de transport (T) a unui ciclu de lucru. Prin sapă se înţelege faza activă a ciclului : umplerea cupei, scarificare, tăiere cu lama etc. şi prin transport, atît transportul pămîntului, cît şi înapoierea în gol a maşinii. Din acest punct de vedere deosebim următoarele categorii de lucrări : $S = T$ (încărcătoare); $S \approx T$ (buldozer); $S < T$ (screpere) şi $S > T$ (greder autopropulsat şi scarificator).

— Condiţiile specifice de teren sau aderenţa în care lucrează maşina în mod normal.

— Şenile sau roţi. Unde avem nevoie de aderenţă mare se prevăd şenile, cu dezavantajul lor viteza redusă, iar acolo unde avem nevoie de viteză şi problema aderenţei trece pe planul al doilea se prevăd roţi.

— Viteza desfăşurată în timpul fazelor de lucru. Se poate cere viteză sporită pentru sapă sau, mai frecvent, la transport.

— Categoria maşinii din punctul de vedere al puterii şi al costului de investiţie.

— Felul cum se va deplasa maşina de la un şantier la altul, bineînţeles dacă aceasta constituie un punct mai important. Pentru mijloace proprii se vor prevedea roţi, iar pentru maşinile prevăzute cu şenile, transportul se va face purtat.

— Specificul lucrărilor efectuate de tractoare pe şenile la transporturi sau în agricultură este $S > T$. Lucrul nu necesită schimbări de viteze sau efectuarea de întoarceri dese. De aceea, aceste maşini pot fi înzestrate, ca şi în trecut, cu ambreiaje principale uscate, inversoare şi schimbătoare mecanice, cu oricare din punţile motrice arătate şi demultiplicaţii finale.

Pentru această categorie de maşini, accentul se pune pe reducerea preţului de cost. Eventual se poate adopta un ambreiaj principal umed pentru a mări intervalele dintre două reglaje.

De îndată ce tractorul este destinat unei alte categorii de lucrări, compunerea transmisiilor se va adapta specificului acestei categorii.

Aşa, de exemplu, la tractoarele cu şenile deosebim :

Încărcătorul cu cupă frontală ($S = T$) este destinat a lucra în condiţii grele şi prin urmare va avea nevoie de o bună aderenţă pentru înfigerea cupei în materialul de săpat şi de portanţă suficientă pentru a lucra în terenuri slabe. La acest tip de maşină, accentul se pune pe aderenţă (terenuri grele şi portanţă slabă). Specificul ciclului constă, în afara încărcării şi descărcării cupei, în efectuarea pe distanţe foarte scurte a unei serii de manevre înainte şi înapoi, în curbe. După categoria maşinii, există mai multe combinaţii de transmisii. Pentru maşini de categorie mică vom găsi ambreiaj principal uscat sau umed, inversor şi schimbător mecanic. Această combinaţie necesită o muncă însemnată pentru conducător, nu asigură posibilitatea menţinerii turaţiei motorului Diesel, maşina va avea un randament ceva mai scăzut, dar investiţia va fi mai redusă.

Pe maşinile de categorie medie vom găsi: convertizor de cuplu, inversor asistat şi schimbător mecanic, sau schimbător asistat cu reductor mecanic.

Pentru maşini de categorie mare avem convertizor de cuplu, inversor şi schimbător asistat.

Distanţele parcurse în mod normal de maşină sînt prea reduse pentru ca alunecarea convertizorului de cuplu să fie luată în considerare.

Buldozerele ($S \approx T$). În general, vom avea aceleaşi transmisii ca la maşina precedentă, cu deosebirea că faza de transport poate fi uneori mai însemnată decît cea de sapă. De aceea, alunecarea convertizorului devine supărătoare şi ea poate fi eliminată înzestrînd maşinile mari — echipate în mod normal cu convertizor de cuplu şi schimbător asistat — cu un divizor de cuplu.

Deoarece ciclul de lucru al buldozerului nu comportă întoarcerea maşinii la terminarea împingerii pămîntului, ci ea se reîntoarce în mers înapoi, inversoarele mecanice sau asistate ale acestor maşini au acţiune pe toate treptele schimbătoarelor şi vor asigura viteze în mers înapoi mai mari decît vitezele corespunzătoare de mers înainte.

— *Scarificatoarele purtate.* Ne vom ocupa numai de scarificatoarele pentru roci, deoarece această muncă este mai grea decît afînarea pămîntului. Ciclul se caracterizează prin $S > T$, faza T rezumîndu-se doar la întoarcerea maşinii la capătul şantierului.

Şenilele, călcînd pe roci sfărîmate, asigură aderenţa necesară şi mai ales prezintă posibilitatea de a călca pe mai multe asperităţi simultan. Valoarea reparaţiei sau a înlocuirii, în aceste condiţii de lucru, este mai redusă în cazul folosirii şenilelor decît în cazul folosirii roţilor prevăzute cu anvelope.

Viteza de lucru este redusă din cauza terenului accidentat prin scarificare, cît şi din cauza încălzirii excesive a dinţilor scarificatorului la viteze puţin mai rapide.

Specificul lucrului scarificatorului în rocă se caracterizează prin mers sacadat, datorită neomogenităţii rocilor, direcţiei eventualelor fisuri, dimensiunării bolovanilor dizlocaţi etc. Datorită acestor condiţii, este necesar ca maşina să fie de tip mare, să fie extrem de manevrabilă, diferitele manevre putîndu-se efectua la intervale foarte scurte. Transmisiile se vor compune din convertizor de cuplu sau divizor de cuplu, eventual ambreiaj modulat, inversor şi schimbător asistat. Pe unele modele mai ieftine, schimbătorul poate avea încorporat un reductor.

În principiu, la această muncă, virajele controlate nu sînt imperios necesare, deoarece maşina execută foarte rar viraje în sarcină. În schimb, este necesar de multe ori a concentra întreg cuplul motor pe o şenilă.

Tractoarele pe roţi se împart în două categorii : cele pînă la 130—150 cp, care sînt de fapt tractoare agricole sau industriale adaptate lucrărilor terasiere, şi tractoarele de la 250—300 cp în sus, special construite pentru astfel de lucrări.

Adaptarea tractoarelor din prima categorie la lucrări terasiere se face introducînd un convertizor de cuplu şi un inversor asistat (fig. 8). Inversorul va elimina din schimbător pinionul de mers înapoi, iar convertizorul, datorită posibilităţii de a se adapta automat la sarcină, va elimina pinionul vitezei I.

Aceste maşini se folosesc mai des ca încărcător cu cupă frontală şi mai rar ca buldozer. Dispozitivele pentru blocarea diferenţialului şi frînele cu acţionare pe axele planetare se menţin. Uneori, la tractoarele mici echipate cu buldozere se prevede tracţiune şi pe roţile din faţă.

Tractoarele terasiere montate pe roţi se pot divide în trei categorii : încărcătoare cu cupă frontală, buldozere şi tractoare cu una sau două axe pentru remorcarea screperelor sau a vagoanelor de mare capacitate montate pe roţi.

Menţionăm că transformarea tractoarelor comerciale în încărcătoare nu este totdeauna o soluţie nimerită şi de aceea gama încărcătoarelor semnalată mai sus se extinde uneori şi la maşini echipate cu motoare sub 200 cp.

Încărcătoarele cu cupă frontală ($S = T$), spre deosebire de încărcătoarele pe şenile, sînt destinate unor lucrări mai uşoare şi uneori chiar la efectuarea trasportului pămîntului

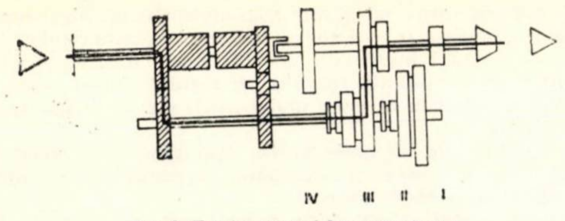


Fig. 8. Tractor comercial pe roţi adaptat
Inversor asistat cu ambreiaje rotative compacte şi schimbător cu baladori· Desenat cuplat în viteza a III-a înainte

pe distanţă scurtă. Sînt totdeauna înzestrate cu patru roţi motrice şi cu demultiplicaţii finale în roţi cu trenuri planetare. Dirijarea se poate face, fie cu ajutorul a două roţi directoare, fie prin articularea şasiului. Transmisiile vor fi compuse din următoarele subansambluri enumerate în ordinea diferitelor categorii de maşini :

—ambreiaj uscat sau umed, inversor şi schimbător mecanic ;
—convertizor de cuplu, inversor asistat, schimbător mecanic ;
—convertizor, inversor şi schimbător asistat, reductor mecanic (fig. 5 *a*) ;
—convertizor, inversor şi schimbător complet asistat (fig. 5*b*).

În general, la încărcătoarele nearticulate, cuplul motor este repartizat pe ambele diferenţiale numai în gama vitezelor de lucru, iar în gama vitezelor de transport, diferenţialul roţilor directoare este decuplat automat prin acţionarea manetei selectorului de gamă sau a schimbătorului. Pentru blocarea diferenţialelor se folosesc numai dispozitive automate care, deşi sînt mai scumpe, uşurează munca conducătorului şi aşa destul de complexă. Astfel, pentru blocarea în linie dreaptă se foloseşte sistemul descris mai sus, cu două ambreiaje cu gheare sau pentru blocarea atît în linie dreaptă, cît şi în viraje, se foloseşte un repartizor de cuplu. În general, dispozitivele se montează pe un singur diferenţial, mai rar pe ambele.

Buldozere ($S \approx T$). În general, sînt montate numai pe tractoare de mare putere şi în genere cu şasiul articulat. Aceste maşini se folosesc în majoritatea cazurilor la împingerea screperelor în faza de încărcare şi de multe ori această împingere se continuă şi puţin în faza de transport, pentru accelerarea ieşirii din groapa de împrumut.

Transmisiile sînt compuse din convertizor, inversor + schimbător asistat şi reductor mecanic, sau schimbător complet asistat.

Aceste maşini de mare capacitate sînt destinate şantierelor mari, cu organizare precisă, condiţii în care divizorul de cuplu nu se impune, de aceea multe din tipurile de buldozere nu sînt prevăzute cu asemenea dispozitive. Blocarea diferenţialelor se efectuează ca la încărcătoare şi demultiplicaţiile finale sînt de tipul planetar.

Screperele pot fi tractate cu tractoare pe şenile sau cu tractoare pe roţi cu una sau două axe.

Caracteristicile screperelor tractate cu tractoare pe şenile sînt : transport pe distanţă foarte scurtă, teren greu cu aderenţă slabă sau pante potrivnice etc. Transmisiile tractoarelor vor fi compuse, în ordinea mărimii, din : convertizor de cuplu (ambreiaj modulat), inversor + schimbător asistat şi reductor mecanic, convertizor inversor şi schimbător asistat sau, în locul convertizorului, un divizor de cuplu.

Caracteristicile screperelor tractate cu tractoare pe roţi cu una sau două axe sînt : transport pe distanţe lungi şi deci cu viteze mari, cele mai mari viteze din industria maşinilor de terasamente mergînd pînă la 70 km/h. Aderenţa roţilor fiind însă redusă, nu va putea transmite solului efortul necesar în momentul încărcării cutiei, de aceea screperele sînt ajutate în această fază a ciclului, fie cu tractoare împingătoare, fie cu dispozitive elevatoare. Screperele, datorită specificului lor de lucru, prezintă cea mai largă gamă de tipuri de schimbătoare de viteze :

—Transmisii cu comandă în întregime manuală, fără a înlătura alunecarea convertizorului : convertizor, inversor plus schimbător asistat. Cu înlăturarea alunecării convertizorului avem : convertizor cu acţionare pe viteza I AV şi I AR, inversor şi schimbător asistat sau convertizor cu acţionarea pe primele două viteze AV (fig. 6 *a*).

— Transmisii cu comanda parţial automată şi parţial manuală ; fără înlăturarea alunecării convertizorului : reductor automat cu două trepte, inversor şi schimbător asistat (fig. 6 *b*) ; cu înlăturarea alunecării convertizorului : reductor automat cu trei trepte, inversor şi schimbător asistat ; viteza I înainte şi I înapoi pe convertizor de cuplu, inversor asistat cu comandă manuală, iar restul treptelor schimbătorului asistat (2—8) complet automatizate.

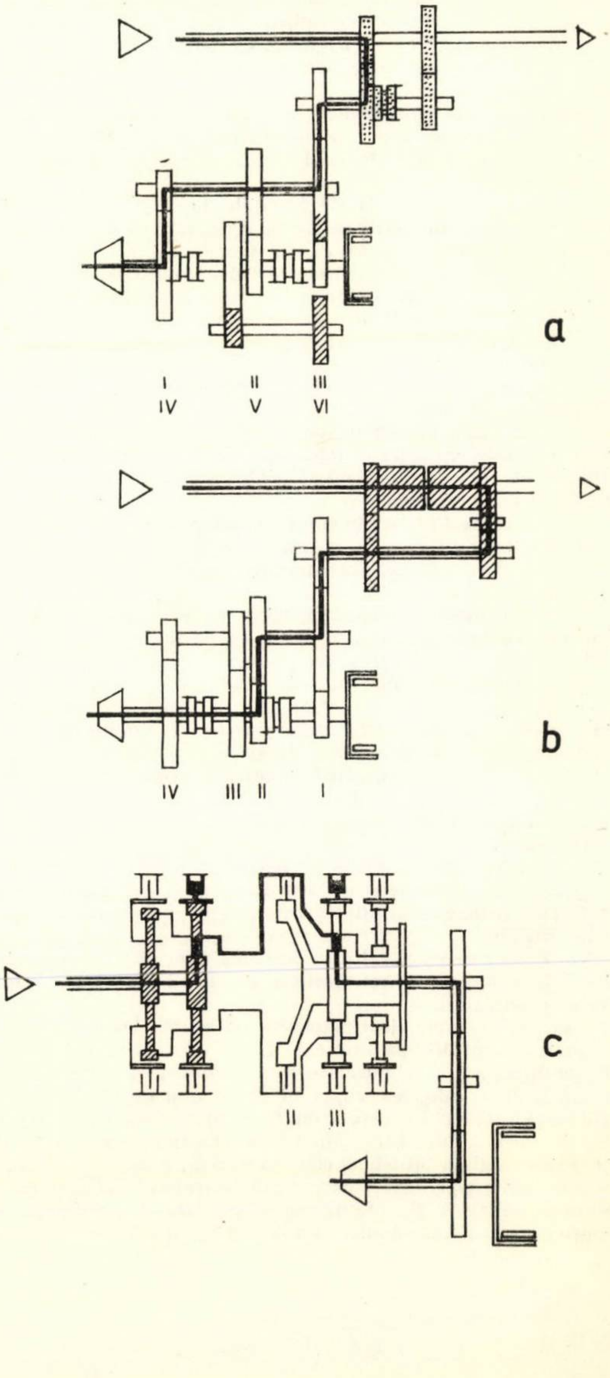
Se observă că toate transmisiile includ un convertizor de cuplu în faza S şi sînt complet înlăturate reductoarele mecanice în faza T.

Screperele de mare capacitate fiind maşini grele şi rapide, sînt dotate cu întîrzietoare hidraulice sau, mai rar, electrice.

Tractorul monoax este mai lent decît cel pe două axe, însă este mai indicat pentru terenuri cu aderenţă slabă, datorită posibilităţii sale de a înainta în zig-zag, folosindu-se pentru aceasta de frîne pe axele planetare.

Blocarea diferenţialelor se efectuează la comandă prin pedală, prin blocarea unei axe planetare cu caseta sateliţilor.

Fig. 9. Schimbătoare pentru autogredere
a — reductor şi schimbător sincronizat ; 6 viteze îninte şi 2 înapoi. Desenat cuplat în viteza a III-a înainte ; *b* — inversor asistat cu ambreiaje compacte şi schimbător sincronizat cu 4 viteze înainte şi 4 viteze înapoi. Desenat cuplat în viteza a II-a înapoi ; *c* — inversor şi schimbător asistate cu ambreiaje inelare fixe şi rotative ; 3 viteze înainte şi 3 viteze înapoi. Desenat cuplat în viteza a III-a înainte



Screperele cu două axe motrice sînt înzestrate cu două motoare fiecare, avînd transmisii proprii acţionate de conductor prin manete comune.

Grederul autopropulsat se foloseşte la efectuarea a două categorii de lucrări : construcţii de terasamente rutiere din nou sau reprofilări generale, ambele lucrări caracterizate prin $S > T$ sau la reparaţii şi întreţineri pe porţiuni scurte, dar depărtate unele de altele, lucrări caracterizate prin $S < T$.

În general, caracteristica muncii acestor maşini fiind mobilitatea mare şi viteze de lucru, în faza S, mai rapide decît ale screperelor sau ale buldozerelor, justifică montarea lor pe roţi.

Pentru îmbunătăţirea aderenţei, deoarece roţile motrice calcă în timpul lucrului pe teren răscolit de lamă sau scarificator, maşinile pot fi prevăzute cu două sau chiar trei punţi motrice, mai rar cu una singură. O metodă folosită pentru îmbunătăţirea aderenţei roţilor este articularea şasiurilor, care permite în unele cazuri ca roţile să calce pe teren cu aderenţă mai bună.

Pentru lucrările efectuate cînd $S > T$, de cele mai multe ori în terenuri omogene, care nu necesită schimbări dese de viteze, maşinile pot fi echipate cu inversoare şi schimbătoare mecanice (fig. 9 *a*), cu rezultate satisfăcătoare. Eventual, se prevede un ambreiaj principal umed. Pentru puncte întîlnite în lungul şantierului care necesită un număr mai mare de treceri decît restul traseului, maşina va lucra înainte şi înapoi pe distanţe scurte. Pentru aceste lucrări se prevăd inversoare asistate şi eventual un convertizor de cuplu (fig. 9 *b*). Maşinile de tip mare sînt dotate cu ambreiaj hidraulic sau convertizor de cuplu, inversor şi schimbător asistat (fig. 9 *c*) sau convertizor, reductor automat cu două trepte şi schimbător asistat.

Deoarece, în general, condiţiile de aderenţă sînt defavorabile, pentru înlăturarea patinării roţilor se elimină din diferenţial pinioanele satelite şi planetare, folosindu-se numai grupul conic. Totuşi, unele maşini care sînt dotate cu diferenţiale complete sînt prevăzute cu dispozitive de blocare a ambelor axe planetare între ele.

Transmisiile grederului autopropulsat prevăzut cu două axe motrice la spate comportă un subansamblu specific suplimentar, care uşurează întoarcerea maşinii la extremitatea şantierului, cînd este nevoită, pentru manevrare, să treacă peste şanţurile şoselei. Acest subansamblu se compune din doi balansieri oscilanţi în plan vertical, prevăzuţi fiecare cu cîte două roţi motrice, grupul total de patru roţi fiind antrenat de un singur diferenţial. Legătura mecanică între diferenţial şi roţi se efectuează, fie prin cîte un tren a cinci pinioane, fie prin lanţuri Gall. În ambele cazuri nu se va produce o schimbare a turaţiei şi de aceea acest ultim subansamblu se numeşte *transmisie finală*.

După cum s-a arătat mai sus, alegerea subansamblurilor necesare alcătuirii unei transmisii se axează pe caracteristica cu ponderea cea mai mare. Ca exemplificare vom aminti maşini care, deşi au ciclul de lucru asemănător, $S = T$, ca în cazul încărcătoarelor pe şenile sau pe roţi, sau $S > T$, ca în cazul scarificatorului şi grederului autopropulsat, totuşi vor fi montate unele pe şenile şi altele pe roţi, deoarece caracteristicile de bază sînt uneori aderenţa, alteori viteza de lucru.

Succinta trecere în revistă a transmisiilor mecanice moderne ale maşinilor terasiere care lucrează în treceri succesive ne permite a defini caracteristicile acestora astfel :

— asigură *promptitudinea* execuţiei comenzilor datorită posibilităţii create de convertizorul de cuplu de a menţine la maximum turaţia Dieselului în tot timpul lucrului, asigurînd debitul de ulei necesar comenzilor hidraulice ;

— asigură *mărirea manevrabilităţii* maşinii prin folosirea de servocomenzi ;

— prin folosirea de ambreiaje şi frîne umede, *reglajele se fac la intervale mai mari* sau chiar se pot efectua la revizia generală a maşinii ;

— efortul fizic redus al conducătorului, datorită folosirii servocomenzilor ;

— prin reducerea levierelor de comandă la manete de dimensiuni reduse, acestea se pot amplasa în cuprinsul razei de acţiune a braţelor conducătorului, fără a necesita mişcări ale trupului, contribuind astfel la *mărirea confortului* ;

— pentru *apărarea* unor subansambluri de avarieri datorite eventualelor comenzi date greşit, găsim convertizorul de cuplu, care îndepărtează posibilitatea de calare a motorului sau de avariere a schimbătorului de viteze, ambreiajele şi frînele umede, care, lucrînd progresiv, reduc în mare măsură zmuciturile posibile etc.

Totuşi, paralel cu perfecţionarea continuă a transmisiilor mecanice, pe şantierele terasiere au început să apară transmisii hidraulice sau electrice, care însă sînt încă în stadiul primilor paşi.

Sisteme perfecţionate de acţionări hidrostatice ale maşinilor de terasamente

Conf. dr. ing. Şt. Mihăilescu, ing. P. Pătruţ

Sistemele de acţionare hidrostatică, datorită multiplelor avantaje pe care le conferă, capătă în prezent o utilizare tot mai largă în construcţia de maşini. Densitatea de energie transportată de mediul hidraulic sub înaltă presiune este foarte mare, putîndu-se transforma în energie mecanică în motoare de dimensiuni mici, la care materialul constructiv — oţelul — este supus unor solicitări înalte. Spre deosebire de aceasta, la motoarele electrice de exemplu, fierul indusului necesar circulaţiei fluxului magnetic este supus unor solicitări mecanice slabe comparativ cu cele maxime pe care le poate prelua. Datorită acestui fapt, un motor hidraulic rotativ care furnizează 10 kW are o masă de ordinul a 0,53 kg/kW, iar un motor electric echivalent alimentat în curent continuu are acelaşi indice de ordinul a 2,1 kg/kW. Această diferenţă este şi mai mare la motoarele cu mişcare rectilinie. Pentru eforturi de ordinul a 5 tf şi viteze de deplasare de ordinul a 0,10 m/s (aproximativ 7,5 kW), aceeaşi indici au valorile de ordinul a 1,1 kg/kW pentru acţionarea hidrostatică şi 25 kg/kW pentru cea electrică. Cu toate acestea, datorită pierderilor de presiune relativ mari în circuitele hidraulice (spre exemplu, aproximativ duble faţă de procentul de cădere de tensiune din circuitele electrice), sistemele de acţionare hidrostatică sînt pînă în prezent evitate în domeniul transmiterii puterilor mari sau foarte mari. Cu toate acestea, în domeniul puterilor mici şi mijlocii, datorită multiplelor avantaje, simplificării lanţurilor cinematice, perspectivelor de dezvoltare şi perfecţionare şi pretării la automatizare, sistemele de acţionare hidrostatică devin predominante în construcţia excavatoarelor, buldozerelor, autoscreperelor, autogrederelor etc.

I. ACŢIONAREA HIDROSTATICĂ A EXCAVATOARELOR CU O SINGURĂ CUPĂ

În ultimul timp se observă tendinţa pronunţată de a construi excavatoare înzestrate cu sisteme de acţionare hidrostatică, acestea prezentîndu-se ca maşini de serie cu capacitatea cupei ajungînd pînă la 1 — 1,5 m^3.

În tabela 1 este exemplificată creşterea ponderii excavatoarelor hidraulice fabricate în R.F. a Germaniei.

Tabela 1

Dezvoltarea producţiei de excavatoare hidraulice în R.F. a Germaniei

Anul	Vînzări totale excavatoare	Din care excavatoare hidraulice	%
1964	5228	1300	24,6
1965	4708	1573	33,5
1966 tr. I	1277	633	49,5
1966 tr. II	1450	802	55,0
1966 tr. III	1098	582	53,0

Tendinţe similare pot fi observate şi în alte ţări din Europa. Excavatorul hidraulic deschide perspective noi de folosire, spre exemplu la excavarea pămînturilor celor mai grele, care pînă în prezent necesitau o pregătire preliminară. Un alt motiv de dezvoltare a acestor tipuri de maşini este diversitatea echipamentelor de schimb şi a dispozitivelor cu care pot fi înzestrate, precum şi rapida lor înlocuire în condiţii de şantier.

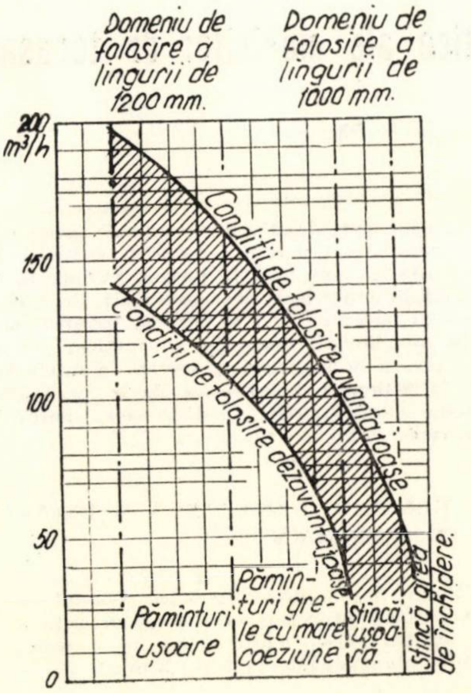
La excavatoarele clasice apar inconveniente de ordin cinematic, datorită transmiterii forţelor cu ajutorul cablurilor,care nu pot prelua decît eforturi de tracţiune. Utilizarea cilindrilor hidraulici permite realizarea atît a unor forţe de ,,întindere", cît şi de ,,compresiune".

Aceasta a permis realizarea unei a treia articulaţii la echipamentul de lucru — articulaţia cupei la mîner —, permiţînd efectuarea unor mişcări independente ale cupei.

Cinematica excavatorului hidraulic explică succesul acestui tip de maşină, acesta manifestîndu-se printr-o puternică creştere a productivităţii raportată la puterea instalată.

În figura 1 este arătat domeniul de productivităţi al unui excavator hidraulic modern din clasa mijlocie superioară înzestrat cu lingură inversă. Se remarcă o productivitate considerabilă chiar în domeniul pămînturilor celor mai grele.

Fig. 1. Domeniul de productivităţi al excavatorului hidraulic din clasa mijlocie superioară



Există şi cazuri în care excavatorul hidraulic nu îl poate înlocui pe cel cu cabluri, cum sînt : folosirea lingurii drepte de mare capacitate, folosirea graifărului la adîncimi mari etc., dar cu toate acestea avantajele amintite anterior, precum şi manevrabilitatea şi uzurile minime fac din el o maşină din ce în ce mai utilizată.

Excavatoarele hidraulice construite în prezent sînt acţionate uneori complet hidraulic (cu acţionare hidrostatică sau hidrodinamică a deplasării) sau cu acţionare mecanică a deplasării. Din punctul de vedere al numărului de circuite hidraulice, sistemele de acţionare ale excavatoarelor pot fi clasificate :

— cu un circuit hidraulic ;

— cu două sau mai multe circuite hidraulice.

Numărul circuitelor, precum şi dispunerea sistemului de distribuţie au o mare însemnătate în funcţionarea excavatorului şi asupra lor se va reveni.

După sistemul de pompare, excavatoarele hidraulice pot fi :

— cu sisteme de pompare rigidă, dotate cu pompe de debit constant ;

— cu sisteme de pompare reglabilă, dotate cu pompe cu debit autoreglabil.

În primul caz, pompele transportă un debit ,,constant" (pompele furnizează un debit constant la turaţie constantă, însă în funcţionare ele urmăresc la o anumită scară domeniul de turaţii al motorului termic) independent de sarcina instalaţiei (presiunea în sistem).

În cazul al doilea, cantitatea de ulei transportată depinde de mărimea sarcinii.

Din punctul de vedere al presiunii maxime de funcţionare a instalaţiei, deosebim :

— instalaţii de presiune joasă, pînă la 150 kgf/cm^2 ;

— instalaţii de presiune medie, pînă la 250 kgf/cm^2 ;

— instalaţii de presiune înaltă, peste 250 kgf/cm^2.

Există tendinţa accentuată de a mări presiunea folosită, limitele constructive depinzînd în primul rînd de accesorii.

În construcţia excavatoarelor hidraulice există în prezent două caracteristici esenţiale :

— construirea unor sisteme hidraulice avînd drept scop folosirea la maximum a puterii instalate şi sporirea forţelor de excavare ;

— mărirea şi diversificarea domeniului de lucru al maşinii.

Ne vom opri în cele ce urmează asupra primei caracteristici, care are o importanţă deosebită în scurtarea ciclului de lucru şi deci în obţinerea unor productivităţi maxime. Puterea instalată a pompelor de acţionare se află totdeauna într-un anumit raport faţă de puterea motorului termic, şi anume :

— puterea totală a pompelor mai mică decît puterea motorului ;

— puterea totală a pompelor egală sau mai mică cu 5 — 10 % decît puterea motorului ;

— puterea totală a pompelor mai mare decît puterea motorului.

Puterea consumată de o pompă poate fi exprimată cu ajutorul relaţiei :

$$N = \frac{Q \cdot p_s}{450 \cdot \eta} \quad \text{cp} \tag{1}$$

în care :

Q este debitul transportat, în l/min,

p_s — presiunea de solicitare a pompei, în kgf/cm^2,

η — randamentul total al pompei.

În figura 2 este arătat schematic transferul puterii de la motorul termic *m* la cilindrul hidraulic, săgeţile simple indicînd sensul de condiţionare a mărimilor care intervin.

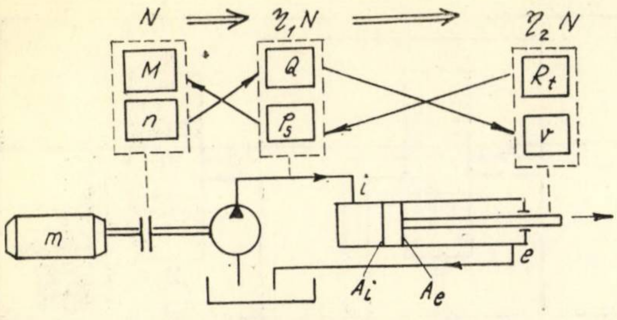


Fig. 2. Schema transferului de putere

M – momentul cerut la arborele pompei; *n* – turația aplicată la arborele pompei; R_t – rezistența utilă redusă la tija cilindrului hidraulic; *v* – viteza de acționare

Presiunea de solicitare a pompei pentru sensul de deplasare a cilindrului indicat în figura 2 poate fi scrisă

$$p_s = \frac{R_t + F_r + F_i}{A_i} + \Sigma\Delta p_i + \Sigma\Delta p_e \cdot \frac{A_e}{A_i} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}\right) \quad (2)$$

în care :

F_r sînt forțele de frecare din elementele de etanșare ale cilindrului hidraulic, în kgf ;

F_i — forțele de inerție reduse la tija pistonului, în kgf ;

A_i — aria pistonului corespunzătoare camerei în care se introduce lichid sub presiune, în cm^2 ;

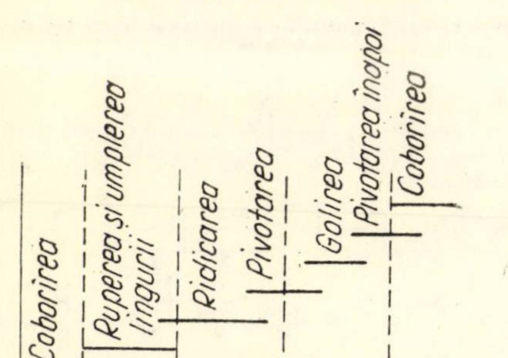
A_e — aria pistonului corespunzătoare camerei din care se evacuează lichidul, în cm^2 ;

$\Sigma\Delta p_i$ — suma pierderilor de presiune liniare și locale pe circuitul pompă — cilindru hidraulic, în kgf/cm^2 ;

$\Sigma\Delta p_e$ — suma pierderilor de presiune liniare și locale pe circuitul cilindru hidraulic — rezervor, în kgf/cm^2.

În ecuația (2), ultimii doi termeni ai membrului al doilea pot fi considerați constanți. Dacă cilindrul pentru care a fost scrisă această relație este, de exemplu, cilindrul mînerului, atunci R_t reprezintă rezultanta forțelor rezistente la săpare, reduse la tija sa. Datorită condițiilor concrete de teren în care lucrează mașina, această forță nu este niciodată constantă în timp. Efectul ei, precum și efectul forțelor de inerție, modifică în permanență valoarea presiunii de solicitare a pompei, p_s. Revenind la relația (1), se poate constata că în cazul pompelor cu debit constant, puterea absorbită nu este constantă, ea atingînd valoarea maximă admisă pe porțiuni foarte mici ale ciclului de funcționare, cînd presiunea p_s atinge valoarea maximă (se neglijează variația randamentului η cu presiunea).

Fig. 3. Ciclul de lucru al excavatorului



Acest fapt duce la folosirea nerațională a puterii de acționare și la efecte negative asupra productivității excavatorului. În funcție de construcția sistemului de acționare hidrostatică a excavatorului se caută în prezent căi de micșorare a acestui inconvenient în vederea utilizării raționale a puterii instalate.

I. 1. Sisteme de pompare rigidă

Sistemele de pompare rigidă întrebuințate în acționarea excavatoarelor folosesc pompe cu debit ,,constant''. Aceste pompe prezintă dezavantajul menționat mai sus, anume acela că nu folosesc puterea maximă disponibilă decît atunci cînd presiunea în sistem atinge valoarea maximă admisă. Pentru exemplificare, în figura 3 sînt redate aproximativ fazele componente ale unui ciclu de lucru al excavatorului, cu durata lor relativă în timp.

Presiunile maxime în sistem vor fi atinse pe intervale de timp foarte reduse ale fiecărei faze, atunci cînd se învinge efectul forțelor de inerție (vezi și fig. 6) sau în faza a doua, cînd apar rezistențe mari la săpare. În cazul sistemelor cu pompare rigidă, numărul circuitelor hidraulice, precum și dispunerea distribuției pot micșora efectul negativ al folosirii incomplete de către pompă a puterii instalate. (Prin circuit hidraulic înțelegem circuitul tuturor consumatorilor deserviți de o singură pompă.)

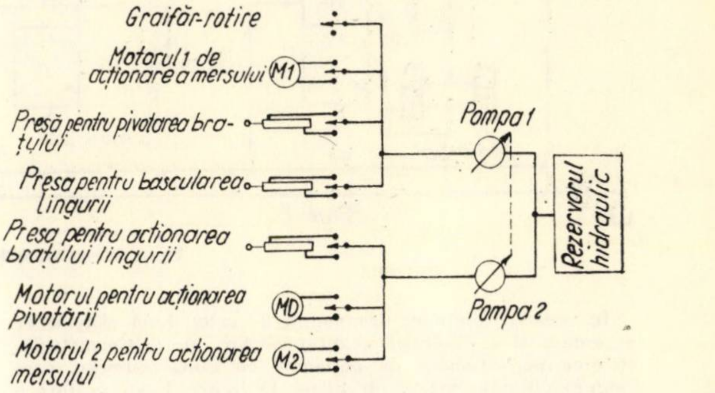

Graifăr-rotire
Motorul 1 de acționare a mersului
M1
Presă pentru pivotarea brațului
Presa pentru bascularea lingurii
Presa pentru acționarea brațului lingurii
Motorul pentru acționarea pivotării
MD
Motorul 2 pentru acționarea mersului
M2
Pompa 1
Pompa 2
Rezervorul hidraulic

Fig. 4. Sistem de acționare cu două circuite

La excavatoarele cu un singur circuit apar pierderi de timp în special la transportul pămîntului excavat.

În timpul săpării intră în acțiune mai întîi cilindrul mînerului, cilindrul brațului realizînd numai corectarea grosimii brazdei de pămînt excavat. Poziția brațului se corectează în trepte prin deplasarea completă și de scurtă durată a distribuitorului.

În cazul sistemelor de acționare cu două circuite (fig. 4), debitul de corecție pentru cilindrul brațului reprezintă numai jumătate din debitul total, cealaltă jumătate fiind trimisă în cilindrul mînerului, a cărui mișcare în timpul corecției nu încetează. Din acest motiv, în cazul sistemelor cu două circuite, săparea este relativ continuă, iar comanda este mai ușoară.

În cazul distribuției cu un singur circuit, debitul de corecție corespunde debitului total, mișcările de corecție ale brațului sînt rapide, iar mișcarea mînerului în timpul săpării este întreruptă prin scurte opriri. Dacă la un moment dat presiunea uleiului în cilindrul brațului este mai mică decît în cilindrul mînerului, pentru executarea corecției nu este necesară închiderea alimentării cilindrului mînerului. Dacă presiunea în cilindrul brațului este mai mare decît în cel al mînerului, pentru efectuarea corecției este necesară mai întîi închiderea circuitului mînerului. La distribuția cu două circuite, această complicație nu are loc.

Distribuția cu un singur circuit asigură umplerea cilindrului mînerului cu întregul debit de lichid, asigurînd o productivitate superioară la încărcarea pămîntului. Dezavantajul principal al sistemelor cu două circuite este folosirea incompletă a puterii de acționare.

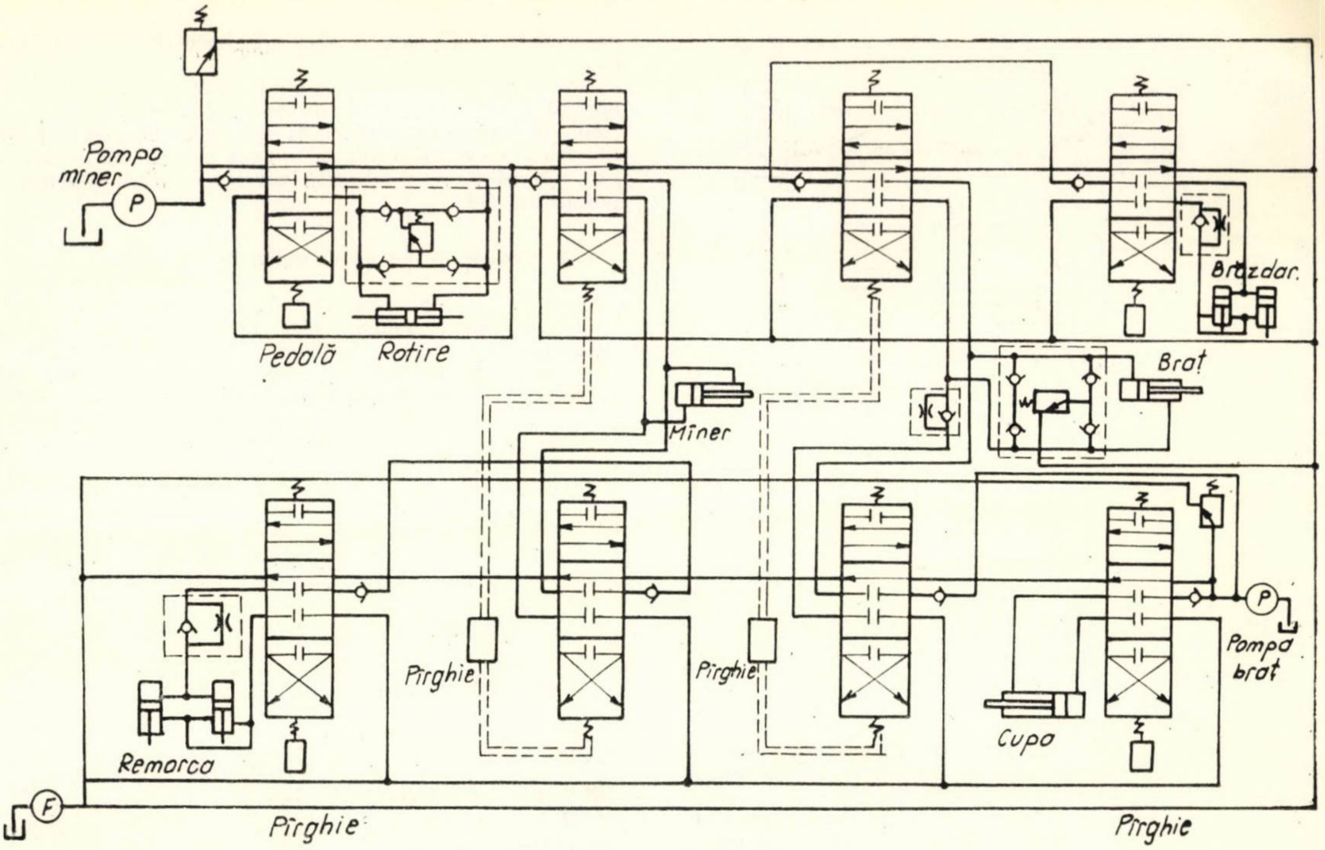


Fig. 5. Schema hidraulică a excavatorului DH 011

În vederea eliminării dezavantajelor celor două sisteme de acţionare şi a păstrării avantajelor lor, au fost construite sisteme perfecţionate de acţionare cu două circuite, care asigură dublarea vitezei de lucru. În figura 5 este arătată o astfel de schemă hidraulică construită pentru excavatorul cehoslovac DH 011.

O pompă acţionează cilindrii cupei şi braţului şi a doua pompă cilindrii rotirii şi mînerului. Fiecare pompă are ataşat un bloc distribuitor care, pe lîngă două secţii normale de sertare, este prevăzut şi cu o secţie suplimentară. Secţia cupei şi secţia braţului au asociată secţia suplimentară a mînerului. Secţia mînerului şi secţia rotirii au asociată secţia suplimentară a braţului. În felul acesta, secţia suplimentară primeşte uleiul numai în cazul în care organul racordat la secţia anterioară nu lucrează. Dacă, spre exemplu, cilindrul cupei şi al braţului nu lucrează, lichidul de lucru debitat de pompa braţului poate fi utilizat pentru întărirea antrenării mînerului, şi invers. Alimentarea ,,străină'' duce la mărirea (dublarea) vitezei, mişcările de lucru fiind în acest caz deosebit de rapide. Acţionarea distribuitoarelor, în acest caz, se face prin modificarea efortului la pîrghia de comandă, cu ajutorul unor sisteme de pîrghii.

Asemenea sisteme de acţionare sînt deosebit de eficiente în cazul executării gropilor de fundaţii, a canalelor, unde se pierde mult timp pentru ridicarea braţului pînă la nivelul terenului (vezi şi fig. 3). Prin dublarea vitezei pe această porţiune a ciclului se obţine o creştere importantă a productivităţii. Acest lucru reiese şi din măsurătorile comparative efectuate asupra excavatorului hidraulic DH 011 şi excavatorului E 153:

a) Pentru încărcare în camion:

E 153 . . . . 18,4 m³/h nisip
DH 011. . . . . .28,7 m³/h pămînt afînat

b) Pentru săparea gropilor şi încărcare, în aceeaşi categorie de pămînt:

E 153 . . . . 14,6 m³/h
DH 011. . . . . 21,6 m³/h

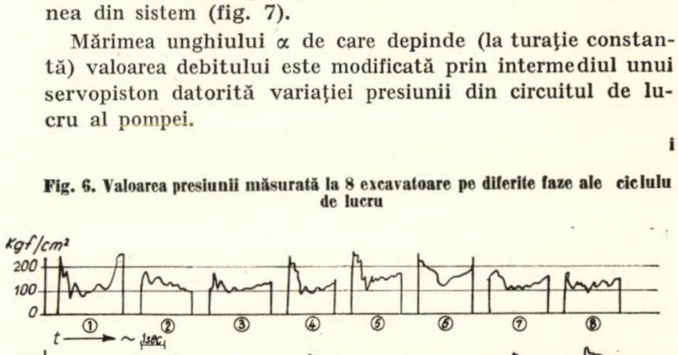
Rezultatele măsurătorilor dovedesc ce influenţă poate avea asupra productivităţii excavatorului sistemul de distribuţie.

I. 2. Sisteme cu reglare automată a debitului

După cum s-a arătat anterior, din relaţiile (1) şi (2) rezultă că puterea consumată de pompă variază în funcţie de mărimea presiunii din sistem. Măsurătorile efectuate (fig. 6) dovedesc modificarea valorii presiunii în sistem pe toate perioadele ciclului. Întrucît la sistemele prevăzute cu pompe de debit constant, puterea de acţionare nu poate fi folosită complet decît atunci cînd se atinge presiunea maximă de regim, au fost construite pompe (de regulă cu pistoane axiale) care permit modificarea debitului pompat în funcţie de presiunea din sistem (fig. 7).

Mărimea unghiului α de care depinde (la turaţie constantă) valoarea debitului este modificată prin intermediul unui servopiston datorită variaţiei presiunii din circuitul de lucru al pompei.

Fig. 6. Valoarea presiunii măsurată la 8 excavatoare pe diferite faze ale ciclului de lucru



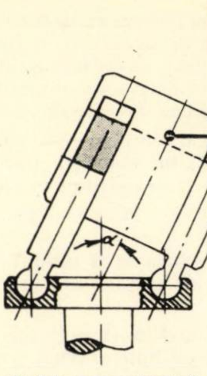


Fig. 7. Schema constructivă a unei pompe cu pistoane axiale cu debit autoreglabil

În felul acesta, produsul

$$N = k \cdot Q \cdot p,$$

se menține constant, valoarea debitului Q modificîndu-se continuu în funcție de mărimea presiunii. Sarcinile în sistemul hidraulic variază atît de rapid, încît numai un sistem de reglare automată este în măsură să adapteze neîncetat sistemul hidraulic rezistențelor la săpare. În acest fel, viteza organului de lucru se adaptează automat condițiilor de lucru. În figura 8 este arătat un agregat cu două pompe jumelate cu reglare individuală, care deservesc un sistem de acționare cu două circuite.

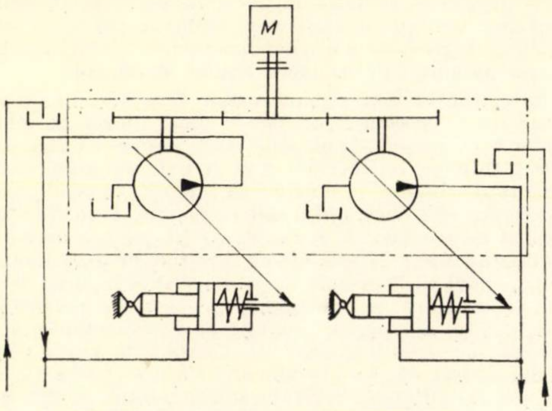
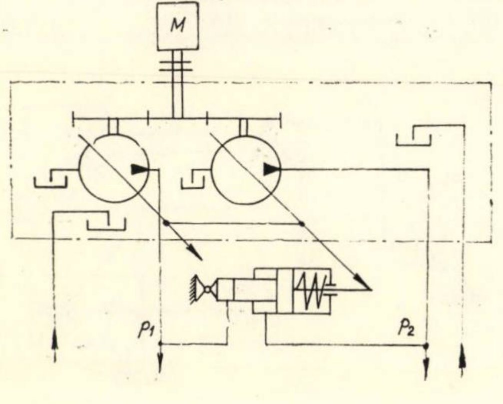


Fig. 8. Agregat de pompe cu reglare individuală

În acest caz, fiecare din cele două pompe este astfel aleasă încît să transmită jumătate din puterea totală N, pentru a nu suprasolicita motorul.

Rezultă că, și în acest caz, o parte din puterea motorului nu este utilizată, fiind necesar și aici — ca la sistemele cu pompare rigidă cu două circuite — să se recurgă la alimentarea „străină".

Fig. 9. Reglarea prin însumare



Unirea celor două fluxuri într-un singur cilindru poate prezenta însă avantaje numai dacă un singur cilindru este solicitat.

De aceea s-a trecut la un sistem perfecționat de reglare automată, și anume la așa-numita reglare prin însumare (fig. 9). Ambele pompe legate mecanic livrează același debit la o rotație. Presiunile, însă, sînt diferite în cele două circuite (p_1, p_2), ambele acționînd un servopiston comun cu două trepte. Suma celor două presiuni dă o forță care apasă asupra pachetului de arcuri al regulatorului.

Ecuația puterilor poate fi scrisă sub forma:

$$N = K.Q \cdot p_1 + K \cdot Q \cdot p_2 = KQ\,(p_1 + p_2)$$

În acest caz, fiecare pompă poate fi aleasă la puterea disponibilă a motorului, puterea instalată a pompelor fiind de circa două ori mai mare decît puterea motorului. Regulatorul este astfel construit, încît să nu permită depășirea puterii motorului.

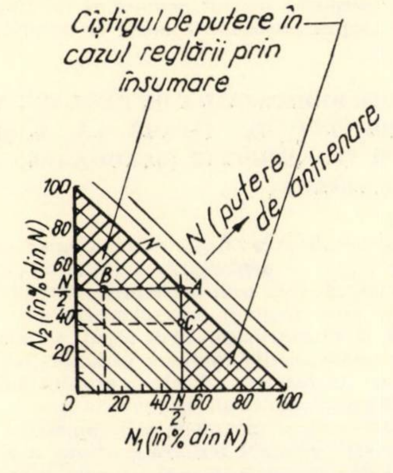


Fig. 10. Utilizarea puterii de acționare la sistemele de reglare automată individuală și prin însumare

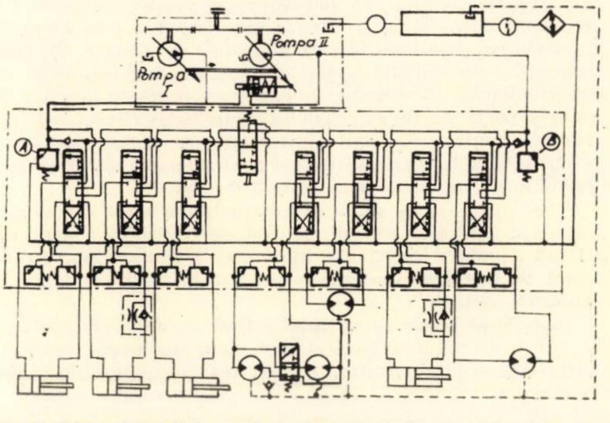


Fig. 11. Schema hidraulică a unui excavator prevăzută cu un sistem de pompare cu reglare prin însumare

În figura 10 este arătată folosirea puterii de acționare în cazul reglării individuale și în cazul reglării prin însumare. La reglarea individuală se folosește întreaga putere disponibilă numai atunci cînd fiecare circuit consumă în întregime partea aferentă de 50% din putere, pe cînd la reglarea însumată, în toate cazurile se preia 100% din puterea disponibilă.

În figura 11 este arătată schema hidraulică a unui excavator folosind un sistem cu două circuite și reglare prin însumare.

O importanță deosebită în construcția pompelor cu debit autoreglabil o are caracteristica arcului regulatorului (fig. 12).

În ecuația puterii pompelor, debitul transportat și presiunea indică o dependență hiperbolică între ele. De aceea

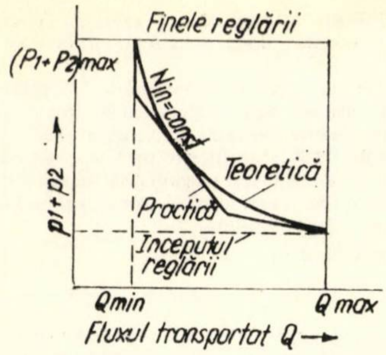


Fig. 12. Caracteristica arcului regulatorului

este necesară realizarea unor arcuri a căror caracteristică să se apropie de curba teoretică a puterii. Trebuie menționat de asemenea că există o presiune de început și una de sfîrșit al reglării. Începutul reglării permite să se tragă concluzii importante asupra modului de lucru al mașinii.

II. SISTEME HIDROSTATICE DE REGLARE AUTOMATĂ A PROCESULUI DE SĂPARE LA MAȘINILE DE SĂPAT ȘI TRANSPORTAT (BULDOZERE, AUTOGREDERE, SCREPERE)

Spre deosebire de excavatoarele cu o singură cupă, care în timpul lucrului nu se deplasează, mașinile de săpat și transportat execută săparea prin deplasarea întregii mașini.

După cum este cunoscut, organul de lucru al acestor mașini, ca și cel al tuturor mașinilor de săpat, se află tot timpul sub acțiunea unor sarcini continuu variabile, dependente de o multitudine de factori: adîncime, profilul locului, caracteristicile fizico-mecanice ale pămîntului ş.a.

Pentru utilizarea la maximum a parametrilor tehnologici ai mașinilor este necesară reglarea continuă a procesului de săpare. Din punctul de vedere al schemei principiale de reglare a procesului de lucru, variantele constructive ale mașinilor de săpat și transportat cu acțiune periodică pot fi împărțite în două grupe: mașini cu transmisii automate, care asigură reglarea vitezei de deplasare, și mașini cu transmisii mecanice obișnuite în trepte, la care reglarea este asigurată în principal prin modificarea adîncimii de săpare. În unele construcții individuale poate fi asigurată reglarea prin modificarea lățimii de săpare (buldozere cu lamă de lungime variabilă), iar la mașini cu organ de săpare activ (freze), prin modificarea turației. Cel mai utilizat mod de reglare a procesului de săpare la mașinile de săpat și transportat este cel la care are loc modificarea adîncimii de săpare.

Problema pusă de reglarea automată în acest caz este de a asigura utilizarea puterii maxime de tracțiune a agregatului sau a puterii efective a motorului prin menținerea rezistenței de tracțiune maxime la organul de lucru la viteze de deplasare optime.

Mașinile pe șenile au un grad ridicat de aderență (patinare de 1,5 – 2,5 %), dar turația motorului lor poate scădea la acționarea suprasarcinilor. La acestea, semnalul de reglare este dat de variația vitezei unghiulare a motorului. Un regulator de turații, de obicei de tip centrifugal, inclus în sistemul hidrostatic, acționează prin intermediul unui servopiston asupra mecanismului de ridicare a echipamentului de lucru, modificînd astfel adîncimea de săpare.

La mașinile pe roți cu pneuri, al căror grad de aderență este mai scăzut (patinare 15 – 18 % în condiții normale, care crește brusc la suprasarcini), semnalul pentru reglare este dat de mărimea patinării a cărei valoare optimă este menținută de regulator.

În continuare se vor descrie schemele și modul de funcționare al sistemelor hidrostatice de reglare automată a mașinilor de săpat și transportat.

La mașinile pe șenile este comod ca la reglarea procesului să se utilizeze schema de acționare hidrostatică a echipamentului de lucru, cu includerea în ea a unui regulator centrifugal obișnuit (fig. 13).

Din figura 13 se vede că, prin mărirea turației motorului, greutățile regulatorului centrifugal *6* se depărtează și deplasează sertarul distribuitorului *3* în jos. Prin aceasta, lichidul de la pompa *2* pătrunde în camera inferioară a cilindrului *4* și echipamentul de lucru coboară. Ca urmare a acestui fapt crește sarcina la motor, turația acestuia scade, iar sertarul distribuitorului revine în poziția neutră. Dacă însă, datorită suprasarcinii, turația motorului începe să scadă, atunci greutățile regulatorului apropiindu-se, sertarul distribuitorului se deplasează în sus și ca urmare lichidul sub presiune pătrunde în camera superioară a cilindrului *4*, iar organul de lucru iese din pămînt.

În majoritatea cazurilor, posibilitățile de tracțiune ale mașinilor pe roți cu pneuri sînt determinate, nu de puterea motorului, ci de calitățile de aderență ale echipamentului de deplasare, adică de apariția momentului de patinare. Indicele gradului de patinare a mașinii poate servi în acest caz la realizarea parametrilor de lucru optimi ai mașinii.

În figurile 14 și 15 sînt prezentate două scheme de reglare automată a procesului de săpare după limita de aderență (patinare) a mașinii. După cum reiese din aceste figuri, pompele hidraulice volumetrice *A* și *B* sînt acționate respectiv de la roțile conduse și motoare ale mașinii. Debitul pompelor este astfel ales, încît uleiul dat de pompa *B* să fie complet pompat de pompa *A* în rezervor. Astfel, pentru un regim de deplasare a mașinii stabil, dat de condițiile de asigurare a aderenței, uleiul va fi pompat în gol. Imediat ce regimul de deplasare se modifică, de exemplu prin creșterea patinării mașinii, debitul pompei *A*, montată pe roata condusă, se micșorează, iar debitul pompei *B*, montată pe roata motoare, rămîne același, deoarece turația acesteia este constantă în limitele de sensibilitate ale regulatorului motorului. Astfel, pompa *A* nu poate pompa tot lichidul dat de pompa *B* și surplusul de lichid pătrunde în servocilindrul *2*. Presiunea lichidului care vine în acest cilindru (fig. 14) deplasează sertarul distribuitorului *3* și deschide orificiul de pătrundere a uleiului din sistemul hidrostatic în camera inferioară a cilindrului de lucru. Prin aceasta, organul de săpare se ridică și rezistența la săpare scade. Ridicarea lamei are loc pînă în momentul în care se egalează debitele pompelor *A* și *B*, adică pînă în momentul în care mașina se va deplasa conform regimului impus.

Fig. 13. Schema sistemului hidrostatic de reglare automată după sarcina la motor

1 – rezervor de ulei; *2* – pompă; *3* – distribuitor; *4* – cilindru hidraulic; *5* – arc; *6* – regulator centrifugal

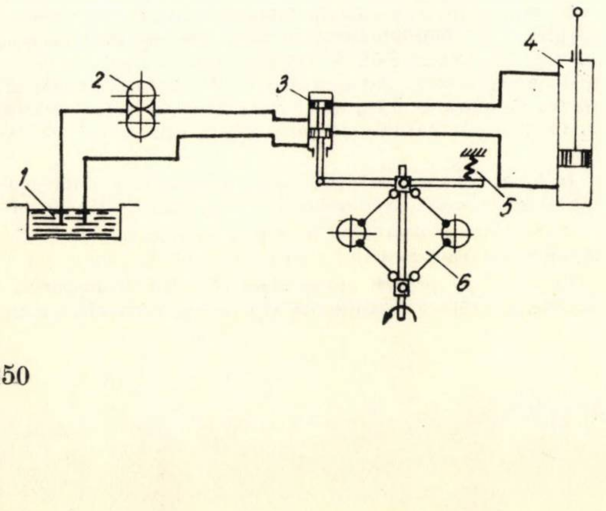
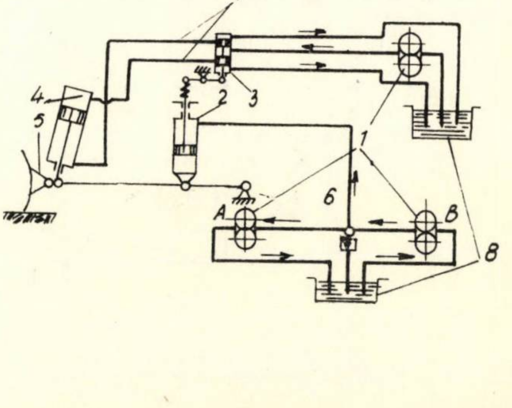


Fig. 14. Schema sistemului de reglare automată a procesului de săpare după limita de aderență a mașinii prevăzut cu arc

1 – pompă; *2* – servocilindru; *3* – distribuitor; *4* – cilindru de lucru; *5* – lamă; *6* – supapă de siguranță; *7* – conducte; *8* – rezervor de ulei



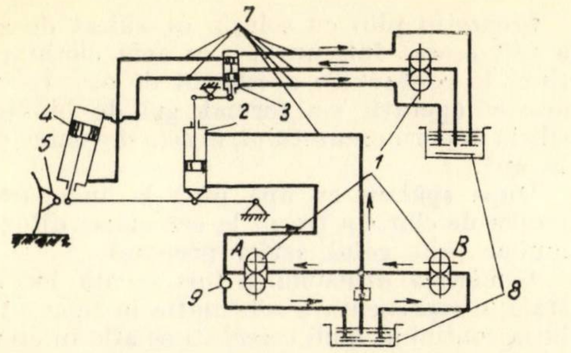


Fig. 15. Schema sistemului de reglare automată a procesului de săpare după limita de aderenţă a maşinii, prevăzut cu drosel

A – pompă montată pe roata condusă; *B* – pompă pe roata motoare; *1* – pompe; *2* – servocilindru ; *3* – distribuitor; *4* – cilindru de lucru; *5* – lama; *6* – supapă de siguranţă; *7* – conducte; *8* – rezervor de ulei; *9* – drosel

Dacă debitul pompei *A* este mai mare decît cel al pompei *B*, atunci lipsa de lichid este luată din servocilindrul *2*, iar pistonul acestuia, sub acţiunea arcului montat pe tija lui, deplasează sertarul distribuitorului în jos. Prin aceasta, lichidul de la pompa sistemului hidrostatic va deplasa pistonul de lucru şi deci echipamentul de lucru în jos. Coborîrea lamei va avea loc pînă în momentul cînd se stabileşte regimul de aderenţă impus roţilor motoare şi debitul pompelor se egalează.

A doua variantă a sistemului de reglare automată după limita de aderenţă (fig. 15) diferă de prima prin aceea că nu mai este prevăzut un arc pe tija servopistonului.

În acest caz, deplasarea servopistonului în sus are loc sub presiunea uleiului de la pompa *A*. La o patinare peste limita dată, ca şi în prima variantă, pompa *A* îşi micşorează debitul şi surplusul de lichid dat de pompa *B* deplasează servopistonul în jos, asigurînd astfel ridicarea lamei. Lichidul din camera inferioară a servocilindrului este refulat prin droselul *9* în rezervor. Dacă însă debitul pompei *A* este mai mare decît al pompei *B*, atunci lichidul este luat din camera superioară a servopistonului. Existenţa droselului *9* face ca în acest moment în camera inferioară a servocilindrului să se creeze o presiune mai mare decît în camera lui superioară. Datorită acestui lucru, sertarul distribuitorului *3* este deplasat în jos, iar presiunea sistemului hidrostatic va face ca lama să pătrundă mai mult în pămînt.

Merită a fi menţionat de asemenea faptul că în ultimul timp au apărut în tehnica mondială maşini de terasamente cu reglare automată a procesului de lucru, care asigură săparea sub o anumită pantă, indiferent de relieful terenului. Asemenea maşini asigură executarea unor lucrări de calitate superioară, ele fiind deosebit de utile în executarea şanţurilor pentru conducte sau la lucrări de nivelare.

Bibliografie

[1] Alekseeva T.V. : *Ghidroprivod i ghidroavtomatica zemleroino-transport nîh maşin*. Moskva. Izd. Maşinostroienie, 1966.
[2] Bongert N., Hellerman E. : *Hydaraulikbagger-Entwiklungsstand und Entwicklungstendenzen*. Bau- und Bauindustrie, nr. 14, 1966.
[3] Brorowka G. : *Hydraulikprobleme im Baggerbau*. Deutsche Hebe- und Fördertechnk, nr. 10, 1966.
[4] Hellermann. E. : *Entwiklung und Tendenzen im Bau vom Hydraulikanlagen für Hydrobagger*. Bau- und Bauindustrie, nr. 20, 1966.
[5] Hellermann E. : *Der Hydraulikbagger in der Bauwirtschaft*. Bauingenieur, nr. 4, 1967.
[6] Kolinek M : *Acţionarea hidraulică a excavatoarelor mici cu o singură cupă*. Mecanizare în construcţii, caiet selectiv I.D.T. nr. 6, iunie 1967.
[7] Oprean A. ş.a. : *Sistemele hidrostatice ale maşinilor-unelte*. Bucureşti, Ed. tehnică, 1965.
[8] Pelegrin M., Gille J.G., Decaulne P. : *Elementele sistemelor de reglare automată*. Bucureşti, Ed. tehnică, 1963.
[9] * * * : *Reglarea debitului la acţionările hidraulice*. Mecanizare în construcţii, caiet selectiv I.D.T. nr, 6, 1967.
[10] Ullman K. : *Der Hydraulikbagger heute*. Baubetribstechnik, nr. 2, 1966.

Difuziunea ionilor de clor prin gelul de bioxid de siliciu

Ing. Liliana Crăciunescu

Degradarea pietrei de ciment prin coroziune este un fenomen complex de natură fizico-chimică, ce depinde ca o multitudine de factori, mai ales de structura şi compoziţia materialului corodat şi de proprietăţile mediului agresiv.

În prezent este cunoscut că în toate cazurile de coroziune a pietrei de ciment are loc o decalcificare treptată a hidrosilicaţilor şi hidroaluminaţilor de calciu, cu formare de geluri hidratate [1]. În amestecul de produşi geliformi de coroziune predomină gelul de bioxid de siliciu hidratat care se interpune între piatra de ciment şi agentul agresiv. Agentul agresiv trebuie să străbată, să difuzeze prin stratul de produşi geliformi pentru a ajunge la piatra de ciment şi astfel procesul de coroziune să continue. În această situaţie, viteza de difuziune a substanţelor corosive poate fi determinantă pentru desfăşurarea întregului proces.

Mersul difuziunii diferiţilor ioni prin geluri şi permeabilitatea gelurilor la diferite substanţe depind de natura şi structura gelului şi de mărimea şi felul particulelor care difuzează prin el.

Pentru coroziunea pietrei de ciment sînt agresivi în special ionii purtători de sarcină electrică negativă, anionii; deci, şi difuziunea acestora prin produsele de coroziune este importantă.

Într-o comunicare anterioară s-a arătat că difuziunea anionilor corosivi prin gelurile care se formează din piatra de ciment decalcificată în urma acţiunilor corosive depinde şi de natura ionilor pozitivi, a cationilor, legaţi de anioni [2]. În cazul gelului de bioxid de siliciu, cationii care însoţesc anionii pot acţiona în următoarele două feluri : sau formează silicaţi hidrataţi solubili, ceea ce reduce compactitatea gelului, sau formează silicaţi hidrataţi greu solubili, ceea ce măreşte compactitatea gelului. În primul caz, gelul de bioxid de siliciu devine mai permeabil la anionii corosivi, pe cînd într-al doilea permeabilitatea este redusă.

Pentru a cerceta mai departe influenţa cationilor asupra permeabilităţii gelului de bioxid de siliciu faţă de anioni s-au făcut noi cercetări sub conducerea prof. dr. Al. Steopoe, care vor fi expuse în lucrarea de faţă.

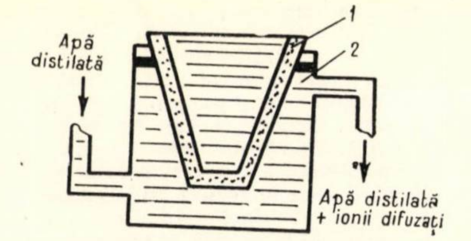


Fig. 1. Instalația utilizată pentru urmărira difuziunii ionilor prin gelul de bioxid de siliciu

1 – creuzet cu gel în pori; *2* – vas cu apă distilată

MODUL DE LUCRU

Gelul de bioxid de siliciu a fost precipitat în porii unor creuzete ceramice poroase care nu rețineau apa. A fost obținut astfel un model asemănător pietrei de ciment supuse la coroziune, în care materialul creuzetului reprezintă partea neatacată de agentul agresiv, iar gelul din pori este asemănător neoformațiilor decalcificate formate din piatra de ciment în urma procesului de coroziune.

Pentru obținerea gelului de bioxid de siliciu s-a folosit o soluție de silicat de sodiu cu următoarele caracteristici:

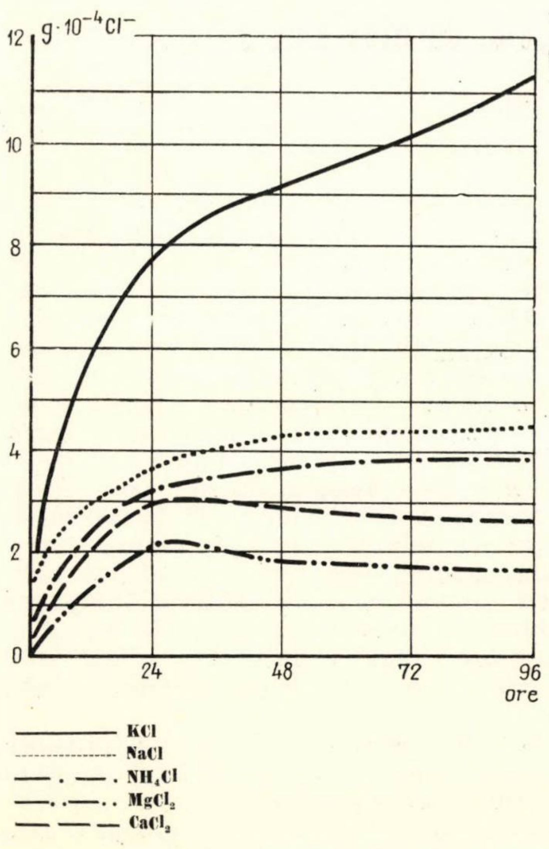
— densitate 1,36;

— conținut în SiO_2 25,75%;

— conținut în Na_2O 8,1%

și acid clorhidric concentrat.

Fig. 2. Difuziunea ionilor de clor prin gelul de bioxid de siliciu



Creuzetul plin cu soluția de silicat de sodiu a fost așezat într-un vas cu acid clorhidric și ținut în contact cu acesta 24 de ore. În urma acestei operații s-a format gel de bioxid de siliciu în porii creuzetului, acesta devenind etanș la apă.

După spălare cu apă pînă la îndepărtarea ionilor de clor s-a trecut la cercetarea difuziunii ionilor prin gelul astfel preparat.

Urmărirea difuziunii a fost făcută cu o instalație reprezentată schematic în figura 1. Soluția conținînd ionii cercetați se afla în creuzet, iar acesta era fixat într-un vas prin care, în sensul arătat de săgeți, circula apa distilată cu un debit mediu de 60 ml/h. Această apă distilată în care treceau ionii difuzați prin gel a fost colectată la ieșirea din vasul de sticlă și i s-a determinat conținutul în ioni de clor difuzați într-un volum de 10 ml.

Durata totală a unei determinări a fost de 96 de ore.

A fost urmărită difuziunea ionilor de clor din soluțiile normale ale clorurilor de sodiu, potasiu, amoniu, magneziu și calciu.

Pentru clorurile de calciu și magneziu, considerate ca două cazuri extreme din punctul de vedere al difuziunii ionilor de clor, a fost urmărită difuziunea, atît prin gel de bioxid de siliciu preparat după metoda descrisă anterior, cît și prin gel ținut în contact cu lapte de var timp de 48 de ore (pentru a-i da posibilitatea să reacționeze cu ionii de calciu din acesta).

S-a urmărit difuziunea și în regim staționar. Pentru aceasta, creuzetul cu gel în pori și plin cu soluție normală de clorură de sodiu a fost ținut timp de 120 de ore în 250 ml apă distilată, din care, la intervale regulate de 24 de ore, au fost luate probe în care s-a determinat conținutul în ioni de clor.

S-a urmărit difuziunea în funcție de debitul de apă distilată, variindu-se debitul de la 10 a 60 ml pe oră.

REZULTATE OBȚINUTE

În cazul sărurilor cercetate se observă o influență certă a cationului asupra difuziunii anionului.

Din rezultatele obținute reiese că difuziunea cea mai mare și creșterile cele mai accentuate în timp le dau anionii cercetați atunci cînd sînt însoțiți de potasiu, care exercită o acțiune dizolvantă asupra gelului de bioxid de siliciu [2], mărind permeabilitatea gelului față de anionii respectivi.

Pentru clorurile cercetate (fig. 2) se observă că difuziunea ionului de clor crește invers proporțional cu masa cationului. Acest lucru apare pentru clorurile care nu dau fenomene secundare la difuziune (NaCl, KCl, NH_4Cl). În cazul clorurilor de calciu și magneziu, procesul de difuziune a ionilor prin gelul de bioxid de siliciu este însoțit de fenomene secundare, care pot merge pînă la formare de hidrosilicați de

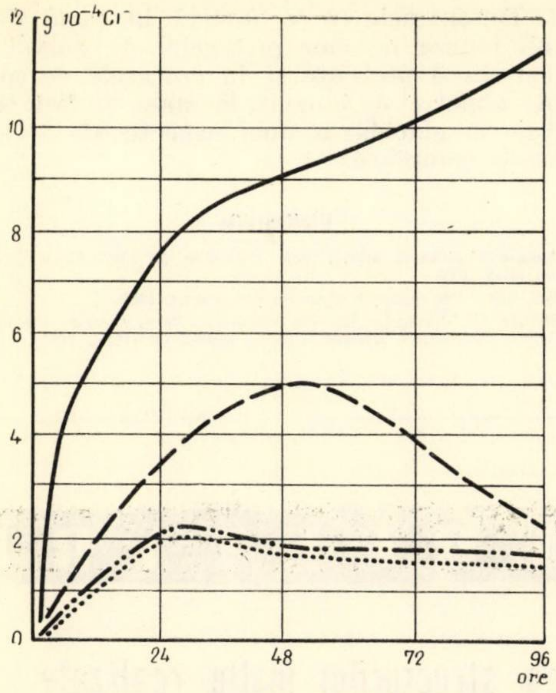


Fig. 3. Difuziunea ionilor de clor prin gelul de bioxid de siliciu proaspăt și tratat cu $Ca(OH)_2$

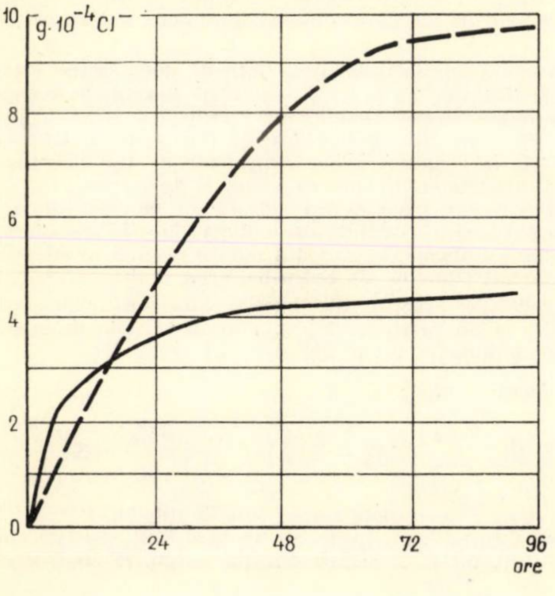
—— **KCl – prin gel proaspăt**
– – – **KCl – prin gel tratat cu $Ca(OH)_2$**
–.. – **$MgCl_2$ – prin gel proaspăt**
...... **$MgCl_2$ – prin gel tratat cu $Ca(OH)_2$**

calciu și magneziu, ceea ce duce la modificarea structurală a gelului.

Valorile minime (față de restul clorurilor folosite) ale difuziunii ionilor de clor din clorura de magneziu se explică atît prin modificarea structurii gelului prin legarea ionilor de magneziu de către bioxidul de siliciu, cît și prin formarea de gel de hidroxid de magneziu din clorura de magneziu printr-o reacție de hidroliză. Acest gel nou-format se suprapune celui de bioxid de siliciu, ducînd la îngreunarea difuziunii.

Cercetînd difuziunea ionilor de clor din clorurile de magneziu și de potasiu prin gel de bioxid de siliciu tratat cu lapte de var, paralel cu cel netratat (fig. 3), s-a observat o scădere a difuziunii pentru primul caz față de al doilea. Această scădere este mult mai pronunțată în cazul clorurii de potasiu, unde se schimbă chiar mersul difuziunii. La clorura de magneziu, scăderea este mai puțin accentuată și mersul difuziunii în timp se menține același. Această scădere a difuziunii se datorește schimbărilor survenite în structura gelului, compactizării lui în urma formării de hidrosilicați de calciu prin interacțiunea dintre hidroxidul de calciu din laptele de var și bioxidul de siliciu.

Fig. 4. Difuziunea ionilor de clor din NaCl în flux continuu (–) și în regim staționar (– – –)



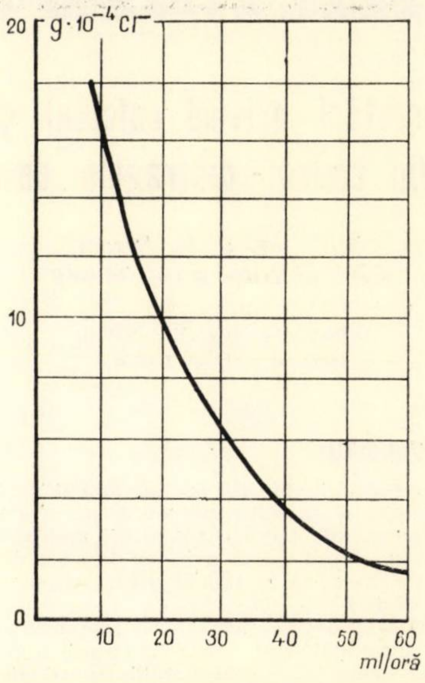


Fig. 5. Variația difuziunii ionilor de clor cu debitul mediu orar de apă distilată

Analizînd mersul difuziunii ionilor de clor din clorura de sodiu, în cazul cînd creuzetul vine în contact cu o cantitate limitată de apă sau cînd apa circulă în flux continuu (debit 60 ml/h) (fig. 4), se observă că valorile difuziunii sînt mai mari în cazul regimului staționar decît în flux continuu. La un contact mai îndelungat, apa distilată se îmbogățește mai mult în ionii care difuzează.

Difuziunea ionilor prin gelul de bioxid de siliciu depinde și de debitul de apă distilată, care preia și transportă ionii difuzați prin gel, crescînd invers proporțional cu acesta (fig. 5).

CONCLUZII

1. Difuziunea ionilor de clor prin gelul de bioxid de siliciu hidratat este puternic influen-

ţată de cationul însoţitor şi de anumite procese secundare ce-l însoţesc, ca reacţiile de hidroliză şi reţinerea cationilor prin fenomene de suprafaţă.

2. Difuziunea depinde de timpul cît apa distilată care colectează ionii difuzaţi rămîne în contact cu gelul şi anume dacă apa aceasta este staţionară sau în mişcare. În ultimul caz difuziunea depinde şi de debitul mediu orar.

3. Gelul de bioxid de siliciu hidratat care conţine ioni de calciu este mai puţin permeabil pentru ionii de clor decît gelul pur.

4. Fenomenele ce se observă în cazul difuziunii ionilor de clor prin gelul de bioxid de siliciu, fiind prezente şi în procesele de coroziune a pietrei de ciment, lucrarea de faţă contribuie la elucidarea unor aspecte ale acestor procese complexe.

Bibliografie

[1] Steopoe Al.; Zement, nr. 24, 1935, : Zement nr. 26, 1937; Ciment şi beton, nr. 11/12, 1935.

[2] Lea F.M.: *The chemistry of cement and concrete*, 1956.

[3] Steopoe Al., Vaicum L.: *Über die Diffusion von Ionen durch die aus Korrodieriem Zementstein gebilidet en Gele*: Zement-Kalk-Gips, 1961.

Cercetări privind calculul şi comportarea structurilor înalte realizate din cadre-diafragme de beton armat supuse la sarcini orizontale

Prof. ing. C. N. Avram
Membru corespondent al Academiei R.S.R

Ing. D. Anastasescu
D.S.A.P.C.-Banat

Conf. dr. ing. O. Mîrşu
Institutul politehnic Timişoara

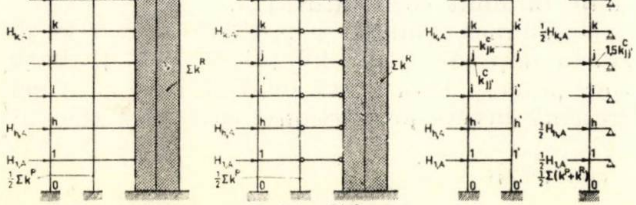
Conf. ing. I. Munteanu
Institutul politehnic Timişoara

I. INTRODUCERE

Într-un articol anterior [1] au fost prezentate unele rezultate teoretice şi de calcul privind proiectarea structurilor înalte formate din cadre-diafragme. Cu această ocazie au fost trecute în revistă cîteva procedee derivate din metoda deplasărilor şi bazate pe ipoteze în general acceptate de majoritatea autorilor.

În prezenta lucrare se dezvoltă un procedeu propus de autori pentru calculul acestor structuri cu scopul de a reduce la minimum volumul de calcul. Rezultatele teoretice au fost verificate experimental pe modele la scară redusă din beton armat şi din material fotoelastic. S-a putut deduce, între altele, comportarea acestor structuri pînă la rupere şi s-a verificat plasarea raţională a armăturii în elementele structurii. În final, cu ajutorul unui calculator electronic, s-a studiat influenţa principalilor parametri ai structurii asupra calculului şi comportării cadrelor-diafragmă.

Fig. 1



II. PROCEDEUL DE CALCUL PROPUS

Se admit următoarele ipoteze:

— structura spaţială reală are două plane verticale de simetrie şi este supusă, pentru fiecare din direcţiile principale ($A = X, Y$) sarcinilor orizontale simetrice în raport cu planul de simetrie respectiv;

— planşeele structurii reale sînt perfect rigide în planul lor şi deplasările Δ la nivelul fiecărui planşeu sînt aceleaşi pentru fiecare element vertical al structurii (stîlp sau diafragmă);

— barele structurii (riglele T, stîlpii P, diafragmele R) au moment de inerţie I constant între două noduri consecutive.

Structura spaţială simetrică faţă de două plane ortogonale şi alcătuită din cadre şi diafragme flexibile se restrînge după fiecare din cele două direcţii principale la structuri plane echivalente de tip cadru-diafragmă (fig. 1 *a*, *b*), care apoi se reduc la structuri plane echivalente de tip cadru-scară (cadru simetric multietajat cu o singură deschidere; fig. 1 *c*). Aceste structuri plane de tip cadru-scară, de rigiditate echivalentă cu cea a structurii reale după direcţia considerată, se încarcă antisimetric, cu toată sarcina reală şi se calculează ca structuri plane de tip cadru-bară (fig. 1 *d*).

Rigidităţile practice ale barelor structurii plane echivalente de tip cadru-scară (fig. 1 *c*) au valorile următoare, pentru o direcţie principală dată ($A = X, Y$):

— pentru stîlpi:

$$k^C_{jk} = k^C_{j'k'} = \frac{1}{2}\left(\Sigma k^P_{jk} + \Sigma k^R_{jk}\right) = \frac{1}{2}\left(\Sigma \frac{EI^P_{jk}}{l_{jk}} + \Sigma \frac{EI^R_{jk}}{l_{jk}}\right) \quad (1)$$

unde suma Σ se extinde asupra tuturor stîlpilor P, respectiv asupra tuturor diafragmelor R ale structurii spaţiale reale, pentru nivelul jk şi pentru direcţia principală considerată;

— pentru rigle :

$$k^{C}_{jj'} = \Sigma k^{T}_{jj'} = \Sigma \frac{EI'^{T}_{jj'}}{l_{jj'}} \qquad (2)$$

unde suma se extinde asupra tuturor riglelor *T* ale structurii spațiale reale, inclusiv riglele de legătură între cadre și diafragme cînd aceste rigle sînt destul de rigide, pentru nivelul *j* și direcția principală dată.

Încărcările orizontale și rigiditățile practice ale structurii plane echivalente de tip cadru-bară (fig. 1 *d*) rezultă din cele ale structurii plane echivalente de tip cadru-scară (fig. 1 *c*).

Calculul se efectuează prin aproximații succesive, în mai multe cicluri și în două etape pentru fiecare ciclu (pentru echilibrarea alternativă a deplasărilor, respectiv a forțelor tăietoare).

În prima etapă de calcul din primul ciclu se determină deplasările orizontale Δj ale tuturor nodurilor cadrului-bară echivalent supus încărcărilor orizontale $H_j/2$ aplicate în noduri (fig. 1 *d*).

Determinarea deplasărilor Δ_j se efectuează pe baza rotirilor θ_j ale nodurilor, determinate, la rîndul lor, prin metoda generală de calcul a deplasărilor utilizînd procedeul distorsiunilor, după cum urmează :

— prin iterație (aproximații succesive) în cazul unei bune convergențe, cînd rigiditatea riglelor cadrului echivalent ($k^{C}_{jj'}$) este mare în raport cu aceea a stîlpilor (k^{C}_{jk})[2], [3]; acest caz este mai rar întîlnit în practică;

— prin recurență (prin procedeul celor două șiruri de transmiteri [4], [5]) în cazul unei convergențe slabe, cînd rigiditatea riglelor este mică în raport cu aceea a stîlpilor, caz mai des întîlnit în practică.

Echilibrarea cadrului-bară echivalent prin procedeul celor două serii de transmiteri, necunoscutele fiind distorsiunile θ_j ale nodurilor, presupune rezolvarea sistemului de ecuații :

$$\rho_{ji}\,\theta_i + \rho_{jj}\,\theta_j + \rho_{jk}\,\theta_k + M^{I}_{j} = 0 \qquad (3\text{ a})$$

sau

$$\begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & 0 & 0 & 0 \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \rho_{23} & 0 & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & \rho_{ji} & \rho_{jj} & \rho_{jk} & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0\;0 & \rho_{n-1\,n-2} & \rho_{n-1,n-1} & \rho_{n-1,n} \\ 0\;0 & 0 & \rho_{n,n-1} & \rho_{n,n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \cdots \\ \theta_j \\ \cdots \\ \theta_{n-1} \\ \theta_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathfrak{M}^{I}_{1} \\ \mathfrak{M}^{I}_{2} \\ \cdots \\ \mathfrak{M}^{I}_{j} \\ \cdots \\ \mathfrak{M}^{I}_{n-1} \\ \mathfrak{M}^{I}_{n} \end{bmatrix} = 0 \qquad (3\text{ b})$$

și unde coeficienții necunoscutelor θ_j au valorile

$$\rho_{ji} = -\,k^{C}_{ji} \qquad (4\text{ a})$$

$$\rho_{jj'} = k^{C}_{ji} + 6\;k^{C}_{jj'} + k^{C}_{jk} \qquad (4\text{ b})$$

$$\rho_{jk} = -\,k^{C}_{jk} \qquad (4\text{ c})$$

iar termenul liber :

$$\mathfrak{M}^{I}_{j} = \mathfrak{M}^{I}_{ji} + \mathfrak{M}^{I}_{jk} \qquad (5)$$

unde :

$$\mathfrak{M}^{I}_{ij} = \mathfrak{M}^{I}_{ji} = \frac{1}{4} \qquad \frac{1}{4}\, l_{ij} \sum_{n}^{j} H_j \qquad (6\text{ a})$$

$$\mathfrak{M}^{I}_{jk} = \mathfrak{M}^{I}_{kj} = \frac{1}{4}\, l_{jk}\;T_{jk} = \frac{1}{4}\, l_{jk} \sum_{n}^{k} H_k \qquad (6\text{ b})$$

Valorile inițiale ale rotirilor nodurilor cadrului-bară echivalent, valori cu care se pornește calculul prin procedeul celor două serii de transmiteri, se determină cu formulele :

$$\theta^{\circ}_{j} = \frac{\mathfrak{M}^{I}_{j}}{t_{ji}\,\rho_{ji} + \rho_{jj} + t_{jk}\,\rho_{jk}} \qquad (7)$$

Echilibrarea se efectuează cu ajutorul următorilor coeficienți de transmitere :

$$t_{ji} = -\frac{\rho_{ij}}{\rho_{ii} + t_{ih}\,\rho_{ih}} \qquad (8\text{ a})$$

$$t_{jk} = -\frac{\rho_{kj}}{\rho_{kk} + t_{kl}\,\rho_{kl}} \qquad (8\text{ b})$$

Cele două șiruri de transmiteri se execută pornind separat de la nodul 1 către nodul *n* și invers de la nodul *n* către nodul 1 (fig. 4). Rotirea finală a nodului *j* va fi :

$$\theta_j = \overset{\circ}{\theta}_j + \overrightarrow{\theta_j} + \overleftarrow{\theta_j} = \overset{\circ}{\theta}_j + \Big\{\Big[\Big(\overset{\circ}{\theta}_1 t_{12} + \overset{\circ}{\theta}_2\Big)t_{23} + \overset{\circ}{\theta}_3\Big]t_{34} + \ldots + \overset{\circ}{\theta}_i\Big\}t_{ii} + \Big\{\Big[\Big(\overset{\circ}{\theta}_n t_{n,n-1} + \overset{\circ}{\theta}_{n-1}\Big)t_{n-1,n-2} + \overset{\circ}{\theta}_{n-2}\Big]t_{n-2,n-3} + \ldots + \overset{\circ}{\theta}_k\Big\}t_{kj} \qquad (9)$$

de unde rezultă rotirea stîlpului *jk* :

$$\psi_{jk} = \frac{\mathfrak{M}^{I}_{jk}}{6k^{C}_{jk}} + \frac{\theta_j + \theta_k}{2} \qquad (10)$$

respectiv deplasarea liniară orizontală a nodului *j* :

$$\Delta_j = \Delta_i + \psi_{ij}\, l_{ij} \qquad (11)$$

În etapa a doua de calcul a primului ciclu, pentru direcția principală dată și pentru fiecare element vertical de rezistență (stîlp sau diafragmă) din structura spațială reală (formată din multe structuri plane reale : cadre și diafragme) se imprimă deplasările obținute în etapa I și se calculează solicitările ce rezultă.

Se determină mai întîi momentele încovoietoare de încastrare perfectă din stîlpi și diafragme (diafragmele vor fi considerate ca grinzi continue pe reazeme elastice), cu formulele :

$$\mathfrak{M}^{II}_{jk} = \mathfrak{M}^{II}_{kj} = \frac{6E\,I_{jk}}{l^2_{jk}}(\Delta_k - \Delta_j) \qquad (12)$$

Apoi, printr-un procedeu iterativ adecvat se echilibrează momentele de încastrare perfectă $\mathfrak{M}^{II}_{jk}$, separat pentru fiecare structură plană reală (cadru sau diafragmă) și se obțin în final momentele încovoietoare echilibrate M^{II}_{jk}.

Pentru diafragme, echilibrarea poate fi făcută ca pentru o grindă continuă ale cărei noduri au deplasări Δ impuse (cunoscute); în cazul unui număr suficient de mare de niveluri (de exemplu $n > 10$) și dacă I^{R}_{jk} și l^{R}_{jk} sînt aceleași pentru toate etajele, se poate utiliza direct formula :

$$M^{II}_{jk} = M^{II}_{ji} = \frac{EI^{R}_{jk}}{l^2_{jk}}(\Delta_k - 2\Delta_j + \Delta_i) \qquad (13)$$

În continuare se determină pentru fiecare bară verticală a structurilor plane reale, forțele tăietoare T^{II}_{jk}

$$T^{II}_{jk} = \frac{M^{II}_{jk} + M^{II}_{ki}}{l_{jk}} \qquad (14)$$

și se verifică, separat pentru fiecare etaj, echilibrul structurii spațiale reale, după fiecare din cele două direcții principale date :

$$\Delta T_{jk} = \sum_{n}^{k} H_k - \Sigma T^{II}_{jk} \qquad (15)$$

unde suma ΣT^{II}_{jk} se extinde la toate elementele verticale de rezistență (stîlpi și diafragme) ale nivelului *jk*.

Cele două etape studiate pînă aici constituie primul ciclu de calcul.

Dacă diferența :

$$\Delta H_j = \Delta T_{jk} - \Delta T_{ij} = H_j - \left(\Sigma\, T_{jk}^{II} - \Sigma T_{ij}^{II}\right) \qquad (16)$$

ar fi nulă, calculul deformațiilor și al eforturilor structurii spațiale reale, după direcția principală dată, s-ar încheia cu primul ciclu.

Cum această diferență nu este nulă, se continuă calculul prin ciclurile 2,3...m, pînă ce se obține ΔH_j suficient de mic ; pentru o precizie $\varepsilon = 1\,\%$, în general sînt suficiente $m = 3$ cicluri (vezi paragraful VI).

În ciclul următor se aplică nodurile cadrului-bară echivalent (fig. 1 *d*), forțele orizontale ΔH_j determinate în ciclul precedent și se obțin corecțiile deplasărilor nodurilor printr-un calcul în etapa I (înlocuind în ecuațiile 6 termenul H_j cu ΔH_j). respectiv corecțiile pentru eforturi printr-un calcul în etapa a II-a.

Valorile finale ale deplasărilor Δ și eforturilor S (momente încovoietoare M, forțe tăietoare T sau forțe axiale N) vor fi :

$$\Delta_j = \Delta_j^{1)} + \Delta_j^{2)} + \ldots + \Delta_j^{m)} \qquad (17)$$

$$S_j = S_j^{1)} + S_j^{2)} + \ldots + S_j^{m)} \qquad (18)$$

ca de exemplu :

$$M_{jk}^{II} = M_{jk}^{II,1} + M_{jk}^{II,2} + \ldots + M_{jk}^{II,m} \qquad (18\text{ a})$$

Forțele tăietoare T care intră în formulele 18 se determină cu ajutorul formulei (4), iar forțele axiale N rezultă din echilibrul fiecărui nod al structurilor plane reale.

În a doua etapă de calcul se pot introduce de asemenea efectele secundare provocate prin deformațiile din tăierea diafragmelor, ale deformațiilor axiale ale barelor sau ale tasării reazemelor. În general, eforturile suplimentare obținute prin luarea în considerație a deformațiilor provocate de forțele axiale și tăietoare sînt de mică importanță și pot fi neglijate, afară de unele cazuri speciale (structuri avînd un număr redus de stîlpi sau de rigle foarte rigide care leagă stîlpii și diafragmele).

Procedeul prezentat mai sus pentru structurile spațiale poate fi utilizat de asemenea pentru rezolvarea structurilor plane de tip cadru-diafragmă. Astfel, în etapa I, calculul se efectuează pe o structură echivalentă de tip cadru-bară, iar în etapa a II-a se imprimă cadrului și diafragmei deplasările obținute în etapa I, determinînd forțele tăietoare corespunzătoare deplasărilor. Se vor obține eforturile finale după cîteva cicluri de calcul iterativ.

Rezolvarea unei asemenea structuri prin procedeul propus necesită un număr mai redus de iterații (cicluri), în cazul diafragmelor flexibile, decît procedeul propus în lucrarea [6] : calculul propus în această lucrare [6] se efectuează de asemenea prin iterație în două etape. În etapa I, structura echivalentă este o consolă, care pentru aceleași încărcări orizontale are o deformată foarte diferită de aceea a cadrului adiacent și mai ales cînd acesta are o rigiditate mare la forțele orizontale (cînd el are rigle foarte rigide, vezi fig. 22). În etapa a II-a, cadrul adiacent se adaptează succesiv deplasărilor obținute în etapa I.

Astfel, de exemplu, dacă pentru un cadru-diafragmă cu $\Sigma k^R/\Sigma k^P = 5$ și $\Sigma k^T/\Sigma k^P = 1$ sînt necesare mai mult de 12 iterații (cicluri) conform cu [6], pentru o aceeași precizie de calcul (1 %), prin procedeul propus sînt necesare numai 6 iterații (vezi tabela 6).

Este adevărat că prin procedeul propus se rezolvă în plus, pentru fiecare iterație, un cadru de tip bară, însă calculul unei asemenea structuri prin procedeul celor două șiruri de transmiteri este deosebit de simplu și rapid. În afară de aceasta, dacă se utilizează calculatoarele electronice, prin procedeul propus se poate folosi aceeași metodă matematică de rezolvare (cele două șiruri de transmiteri) pentru ambele etape (vezi paragraful VI).

Avantajele sus-menționate sînt apreciabile în cazul structurilor spațiale. Astfel, pentru un același număr total de cicluri necesare pentru calculul structurii spațiale (aproximativ 2—3 cicluri), fiecare ciclu cuprinzînd etapele I și a II-a, procedeul propus necesită pentru fiecare etapă o singură rezolvare de cadru tip bară, în timp ce pentru procedeul dat în [6] sînt necesare pentru aceeași etapă mai multe rezolvări duble (diafragmă și cadru) pentru calculul cadrului-diafragmă echivalent.

★

În concluzie, rezultă că pentru structurile spațiale formate din cadre-diafragme avînd două plane verticale ortogonale de simetrie și pentru calculul cărora se utilizează structuri plane echivalente, rapiditatea rezolvării lor este în funcție de gradul de apropiere al rigidității (sau al deformatei) structurii plane echivalente cu rigiditatea (sau deformata) structurii spațiale reale. În acest sens, rezultă că în cazul structurilor spațiale foarte rigide (în care diafragmele sînt predominante) este indicată utilizarea unei structuri plane echivalente de tip diafragmă.

Ideea de a utiliza diafragma (care din punct de vedere static este o consolă) ca structură plană echivalentă în etapa I de calcul a fost adoptată, de asemenea, în unele procedee aproximative, care se bazează pe cîteva ipoteze simplificatoare privind modul de distribuire a rigidităților și a deformațiilor structurii [7], [8]. În acest caz, calculul se simplifică, fiind efectuat într-un singur ciclu (ambele etape). Trebuie menționat că aceste procedee sînt indicate în cazul structurilor spațiale care prezintă o uniformitate geometrică și de rigiditate pe verticală.

III. EXEMPLU DE CALCUL

Se propune să se calculeze eforturile și deformațiile structurii spațiale cu $n = 10$ niveluri și cu două planuri verticale ortogonale de simetrie, avînd dimensiunile din figura 2. Calculul se face pentru direcția principală $X - X$. Structura este supusă acțiunii forțelor orizontale provenite din vînt, care au valorile concentrate în noduri :

$$H_{10} = 4{,}2 \text{ tf} ; \; H_9 = H_8 = ,\ldots, = H_2 = H_1 = 8{,}4 \text{ tf}$$

Momentele de inerție ale secțiunilor stîlpilor I_{jk}^P, diafragmelor I_{jk}^R și riglelor I_{jk}^T, după direcția principală $X - X$, sînt date în tabela 1, în dm⁴.

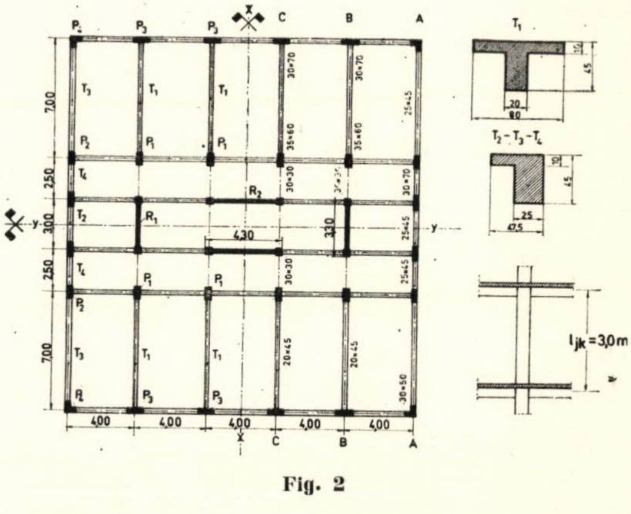
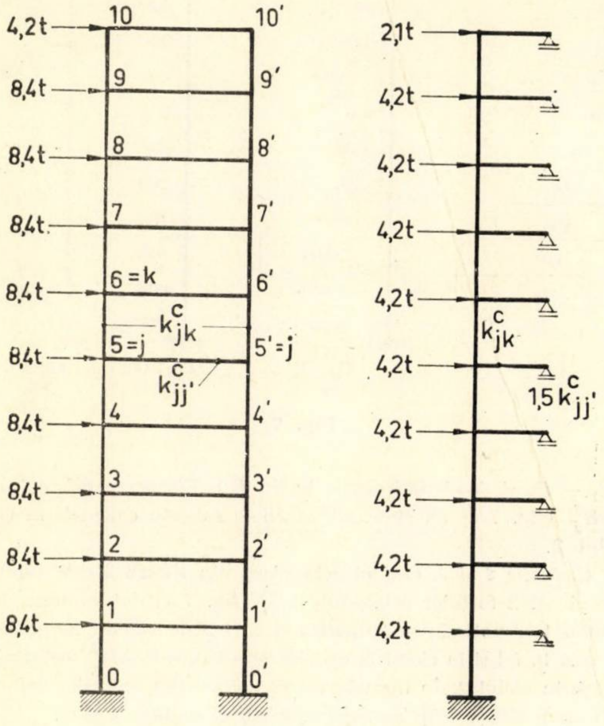


Fig. 2

Tabela 1

Bara	P_1	P_2	P_3	P_4	R_1	T_1	T_2	T_3	T_4
I_{jk}	63,0	85,6	15,7	40,0	7350,0	27,3	24,0	24,0	24,0

În calculul inerțiilor după direcția $X - X$ s-au neglijat diafragmele R_2 ; de asemenea, pentru simplificarea calculului s-a considerat că stîlpii și diafragmele au aceeași secțiune pe toată înălțimea structurii.


4,2t
8,4t
8,4t
8,4t
8,4t
8,4t
8,4t
8,4t
8,4t
8,4t
10
9
8
7
6=k
5=j
4
3
2
1
0
10'
9'
8'
7'
6'
5'=j
4'
3'
2'
1'
0'
k^c_{jk}
$k^c_{jj'}$
2,1t
4,2t
4,2t
4,2t
4,2t
4,2t
4,2t
4,2t
4,2t
4,2t
k^c_{jk}
$1{,}5\,k^c_{jj'}$

(a) (b)

Fig. 3

În figura 3 se dă cadrul înlocuitor propus de autori. Rigiditățile barelor cadrului-scară (fig. 3 *a*), calculate cu formulele (1, 2), au valorile:

$$k^c_{0,1} = \dots = k^c_{9,10} = 270\ E\ \mathrm{dm}^3$$

$$k^c_{1,1} = \dots = k^c_{10,10} = 9{,}9\ E\ \mathrm{dm}^3$$

Coeficienții ρ ai necunoscutelor θ din sistemul de ecuații (3), calculați cu formulele (4), au valorile:

$$\rho_{1\cdot1} = \rho_{2\cdot2} = \dots\dots = \rho_{9\cdot9} = +600\ E$$

$$\rho_{10\cdot10} = +330\ E$$

$$\rho_{1\cdot2} = \rho_{2\cdot1} = \dots = \rho_{j,i} = \rho_{i,j} = \dots\ \rho_{9,10} = \rho_{10\cdot9} = -270\ E$$

Coeficienții de transmitere *t*, calculați cu formulele (8), sînt dați direct în figura 4 *a*.

Ciclul I. Etapa I. Se calculează momentele de încastrare perfectă $\mathfrak{M}^I_{jk} = \mathfrak{M}^I_{kj}$ și termenii liberi $\mathfrak{M}^I_i$ din sistemul de ecuații (3), utilizînd formulele (6) și (5); rezultatele sînt date în tabela 2 (în t. dm).

Pentru determinarea distorsiunilor θ_j se folosește procedeul celor două șiruri de transmiteri, rigiditatea riglelor cadrului înlocuitor fiind foarte mică în comparație cu cea a stîlpilor. Valorile inițiale $E\overset{\circ}{\theta}_j$ ale distorsiunilor, date în tf/dm² și calculate cu formula (7), se găsesc înscrise în figura 4 *b* (pentru ciclul 1). Valorile finale $E\theta^1_j$ după executarea celor două serii de transmiteri sînt date de asemenea în figura 4 *b*. În continuare, cu formulele (10, 11) se calculează rotirile $E\psi^1_{jk}$ ale stîlpilor și deplasările orizontale totale $E\Delta^1_j$ ale nodurilor; valorile lor sînt date în tabela 3.

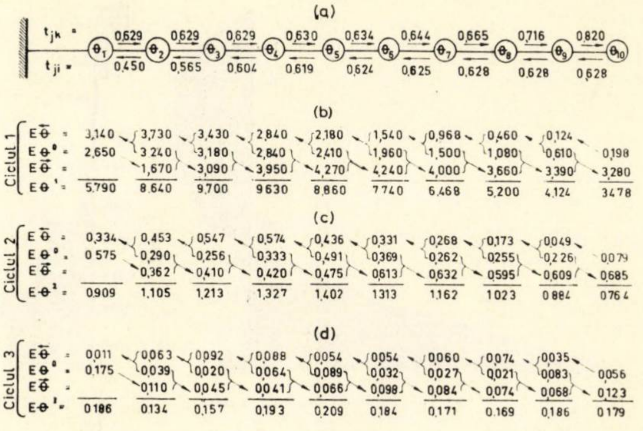

(a)
t_{jk} =
0,629 0,629 0,629 0,630 0,634 0,644 0,665 0,716 0,820
θ_1 θ_2 θ_3 θ_4 θ_5 θ_6 θ_7 θ_8 θ_9 θ_{10}
t_{ji} =
0,450 0,565 0,604 0,619 0,624 0,625 0,628 0,628 0,628
(b)
Ciclul 1
$E\overleftarrow{\theta}$ = 3,140 3,730 3,430 2,840 2,180 1,540 0,968 0,460 0,124
$E\overset{\circ}{\theta}$ = 2,650 3,240 3,180 2,840 2,410 1,960 1,500 1,080 0,610 0,198
$E\overrightarrow{\theta}$ = 1,670 3,090 3,950 4,270 4,240 4,000 3,660 3,390 3,280
$E\theta^1$ = 5,790 8,640 9,700 9630 8,860 7740 6,468 5,200 4,124 3478
(c)
Ciclul 2
$E\overleftarrow{\theta}$ = 0,334 0,453 0,547 0,574 0,436 0,331 0,268 0,173 0,049
$E\overset{\circ}{\theta}$ = 0 575 0,290 0,256 0,333 0,491 0,369 0,262 0,255 0,226 0,079
$E\overrightarrow{\theta}$ = 0,362 0,410 0,420 0,475 0,613 0,632 0,595 0,609 0,685
$E\theta^2$ = 0909 1,105 1,213 1,327 1,402 1313 1,162 1023 0 884 0764
(d)
Ciclul 3
$E\overleftarrow{\theta}$ = 0,011 0,063 0,092 0,088 0,054 0,054 0,060 0,074 0,035
$E\overset{\circ}{\theta}$ = 0,175 0,039 0,020 0,064 0,089 0,032 0,027 0,021 0,083 0,056
$E\overrightarrow{\theta}$ = 0,110 0,045 0,041 0,066 0,098 0,084 0,074 0,068 0,123
$E\theta^3$ = 0186 0134 0,157 0,193 0,209 0,184 0,171 0,169 0,186 0179

Fig. 4

Tabela 3

Stîlpul *jk*	$E\psi^1_{jk}$	Nivelul *j*	$E\Delta^1_j$
0–1	3,264	1	97,9
1–2	7,545	2	324,3
2–3	9,462	3	608,1
3–4	9,918	4	905,7
4–5	9,459	5	1189,4
5–6	8,475	6	1443,7
6–7	7,240	7	1660,9
7–8	5,391	8	1838,8
8–9	4,720	9	1980,4
9–10	3,820	10	2095,0

Ciclul I. Etapa II. În etapa a II-a se obțin diagramele de momente încovoietoare echilibrate $M^{II,1}_{jk}$ și de forțe tăietoare $T^{II,1}_{jk}$ corespunzătoare acestora, în barele structurilor reale plane $A-A$, $B-B$ și $C-C$ din figura 2, pe baza deplasărilor $E\Delta^1_j$ calculate pe cadrul înlocuitor în prima etapă.

Ca exemplu se dau rezultatele calculului pentru diafragma R_1 și pentru cadrul cu o singură deschidere P_1-P_3 al structurii plane $B-B$.

Pentru diafragma R_1, momentele încovoietoare echilibrate $\mathfrak{M}^{II,1}_{jk}$ și forțele tăietoare $T^{II,1}_{jk}$ au fost calculate direct cu formulele (13, 14) și sînt date în figura 5.

Pentru cadrul P_1-P_3 s-au calculat momentele de încastrare perfectă $\mathfrak{M}^{II,1}_{jk}$ cu formula (12), care au fost echilibrate apoi

Tabela 2

Stîlpul *jk*	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8	8–9	9–10
$\mathfrak{M}^I_{jk}$	−598	−536	−472	−410	−346	−284	−220	−158	−94	−32
Nodul *j*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mathfrak{M}^I_j$	−1134	−1008	−882	−756	−630	−504	−378	−252	−126	−32

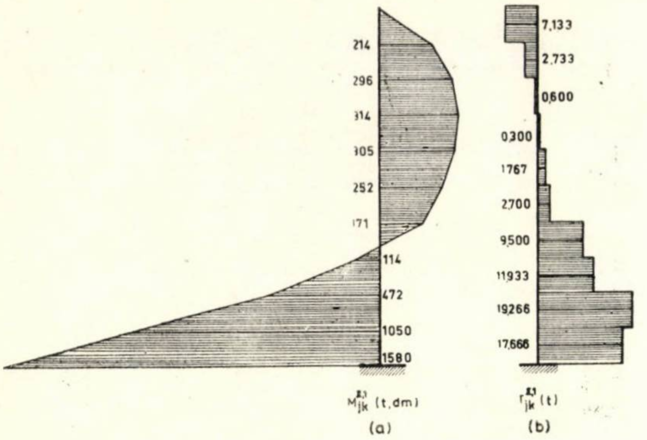


Fig. 5

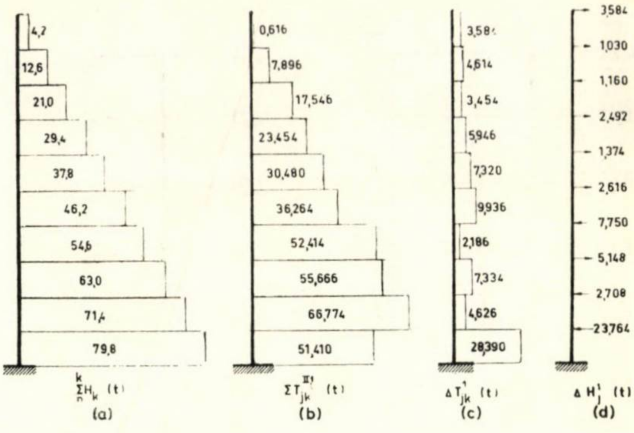
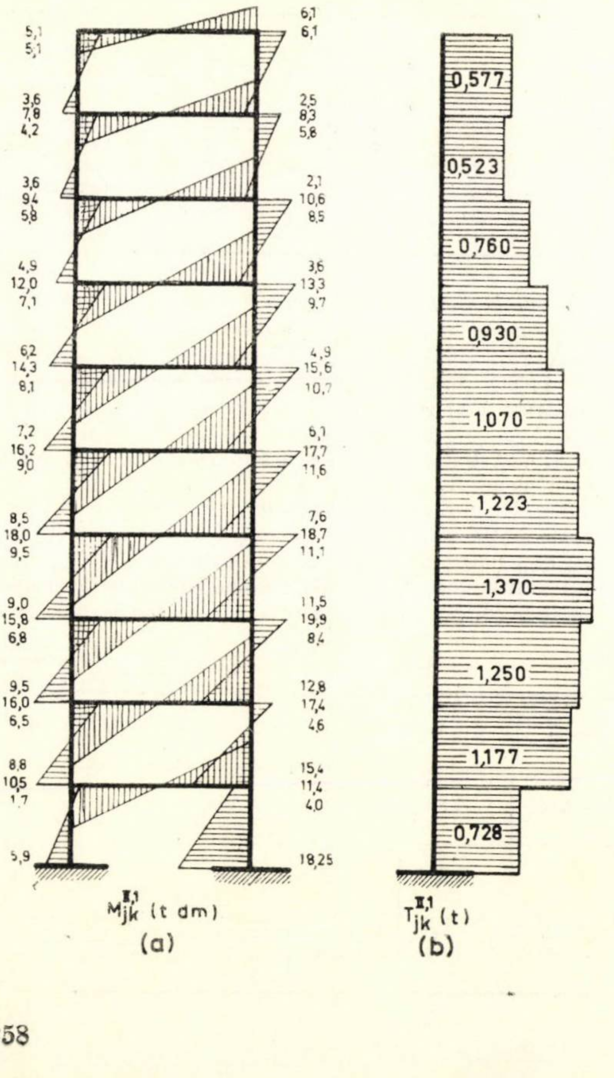


Fig. 7

prin procedeul momentelor active, operînd cu momentele de pe noduri [9]. În cazul unui mare număr n de niveluri, procedeul este foarte avantajos pentru utilizarea calculatoarelor electronice. Momentele încovoietoare echilibrate $M_{jk}^{II,1}$ şi forţele tăietoare $T_{jk}^{II,1}$ (cumulate pe cei doi stîlpi) sînt date în figura 6.

În continuare se aplică formulele (15, 16). Rezultatele finale sînt date în figura 7 pentru întreaga structură spaţială reală şi după direcţia principală $X - X$ (compusă din două cadre de tip $P_4 - P_2 - P_2 - P_2 - P_2 - P_4$, opt cadre de tip $P_1 - P_3$ şi două diafragme de tip R_1). Deoarece diferenţele ΔH_j^1 (fig. 7 *d*) nu sînt nule, trebuie reluate calculele în ciclul 2.

Fig. 6

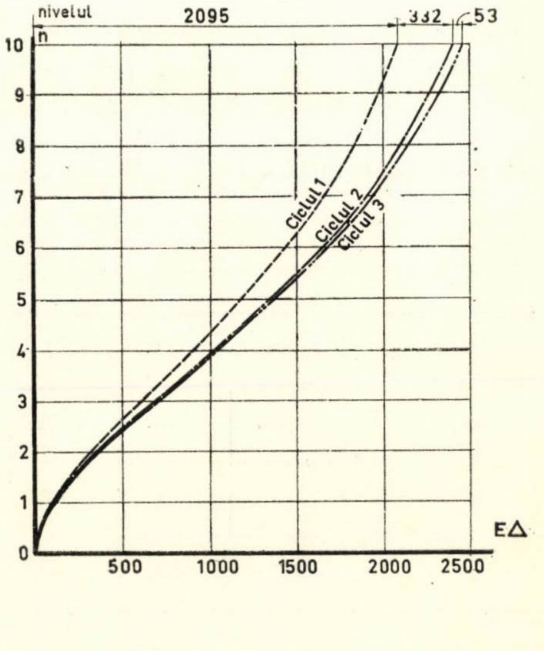

5,1
5,1
3,6
7,8
4,2
3,6
9,4
5,8
4,9
12,0
7,1
6,2
14,3
8,1
7,2
16,2
9,0
8,5
18,0
9,5
9,0
15,8
6,8
9,5
16,0
6,5
8,8
10,5
1,7
5,9
6,1
6,1
2,5
8,3
5,8
2,1
10,6
8,5
3,6
13,3
9,7
4,9
15,6
10,7
6,1
17,7
11,6
7,6
18,7
11,1
11,5
19,9
8,4
12,8
17,4
4,6
15,4
11,4
4,0
18,25
$M_{jk}^{II,1}$ (t dm)
(a)
0,577
0,523
0,760
0,930
1,070
1,223
1,370
1,250
1,177
0,728
$T_{jk}^{II,1}$ (t)
(b)

Ciclurile 2 şi 3. Cadrul echivalent din figura 3 este supus în ciclul 2 forţelor orizontale ΔH_j^1 (fig. 7 *d*) determinate în ciclul 1, repetîndu-se etapele I şi a II-a de calcul. Se procedează la fel şi în ciclul 3, cu forţele orizontale ΔH_j^2 determinate în ciclul 2. În figurile 4 *c* şi 4 *d* se dau valorile distorsiunilor $E\theta_j^2$ şi $E\theta_j^3$ corespunzătoare ciclurilor 2 şi 3.

Considerînd ca valori finale ale distorsiunilor valorile $E\theta_j = E\,(\theta_j^{1)} + \theta_j^{2)} + \theta_j^{3)})$, se poate constata cu uşurinţă că valorile parţiale ale distorsiunilor tuturor nodurilor reprezintă 78,7—87,6%, 11,0—17,3%, respectiv 1,3—4,0% din valoarea totală $E\theta_j$. Se consideră că sînt suficiente aceste $m = 3$ cicluri de calcul. În figura 8 se dau deformatele structurii înlocuitoare (respectiv reale) construite cu ajutorul valorilor deplasărilor orizontale $E\Delta_j^{1)}$, $E\Delta_j^{2)}$ şi $E\Delta_j^{3)}$; ele dau o imagine clară a convergenţei iteraţiei. În figura 9 sînt date diagramele ΣT_{jk}^{II} corespunzătoare celor $m = 3$ cicluri de calcul; comparînd diagramele $\Sigma T_{jk}^{II,1+2+3}$ cu ΣH_j, se constată cu uşurinţă diferenţele neglijabile dintre ele.

În figura 10 *a* şi *b* sînt reprezentate diagramele M_{jk}^{II} şi T_{jk}^{II} calculate cu formula (18) prin suprapunerea efectelor din cele trei cicluri, pentru diafragma R_1; diagrama din figura

Fig. 8



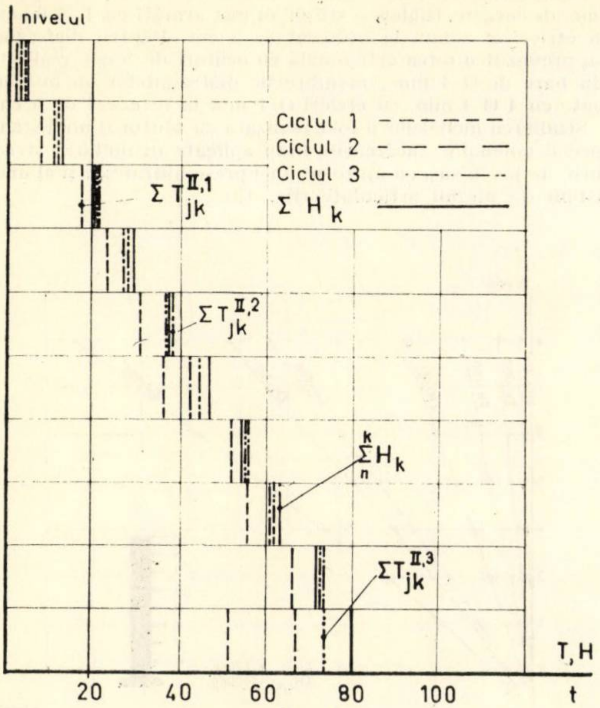


Fig. 9

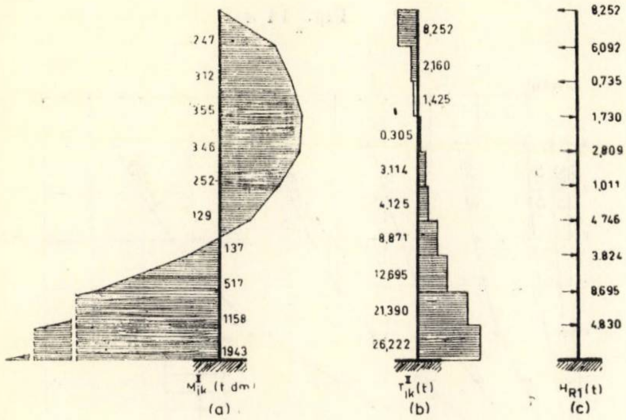


Fig. 10

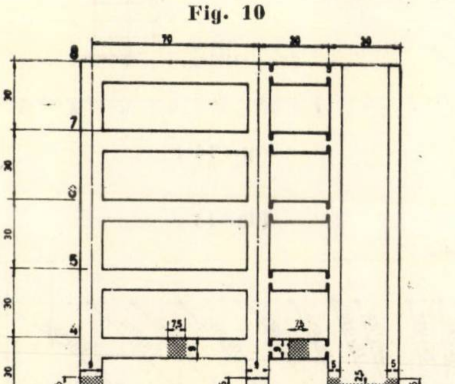


Fig. 11

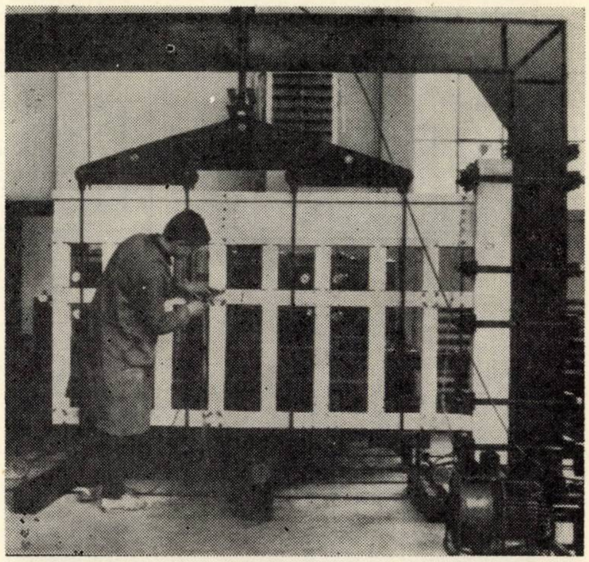


Fig. 12 *a*

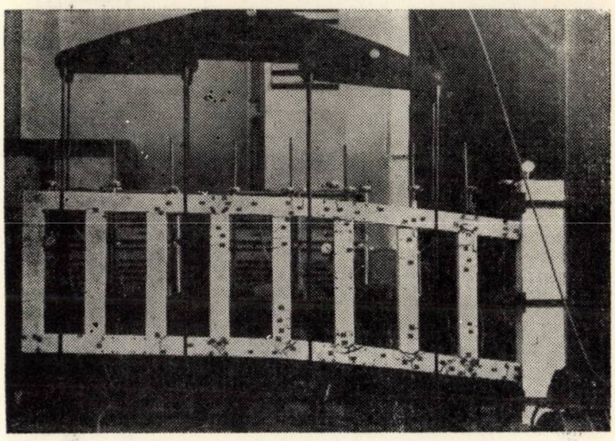


Fig. 12 *b*

10 *c* arată forțele orizontale H_{R1} care acționează asupra diafragmei R_1 din încărcările orizontale ΣH_j.

Din analiza acestei ultime figuri (fig. 10 *a*) se constată că diafragma R_1 nu se comportă ca o consolă, ci asemănător cu o grindă încastrată la capătul inferior și avînd un reazem articulat și tasabil la capătul superior (același lucru rezultă și din figura 8, în care curbura deformatei schimbă de semn în secțiunea unde $M_{jk}^{II} = 0$).

IV. STUDII PE MODELE DE BETON ARMAT

Studiile au fost efectuate pe modele cu $n = 8$ niveluri de beton armat, la scara 1 : 10.

Programul de experimentări a cuprins două serii de modele, fiecare serie fiind formată dintr-o diafragmă, un cadru-scară, un cadru-diafragmă cu legături articulate (fig. 11) și un cadru-diafragmă cu legături rigide; cadrele-diafragmă au fost realizate prin cuplarea unui cadru-scară cu o diafragmă (fig. 16).

Raportul rigidităților diafragmei și ale stîlpilor cadrului scară a fost ales egal cu $k_{jk}^{R}/\Sigma k_{jk}^{P} = 15$, iar acela al rigidităților riglelor și stîlpilor egal cu $k_{jj}^{T}/\Sigma k_{jk}^{P} = 0{,}214$ (fig. 11), pentru a ne situa în domeniul cadrelor-diafragme flexibile; secțiunea transversală a riglei este egală cu cea a stîlpului.

Betonul utilizat a avut următoarea compoziție: ciment Portland P 400 — 350 kg/m³; agregate de rîu 0,2 — 7 mm; raportul apă/ciment = 0,55. Rezistența la compresiune determinată pe cuburi cu latura de 20 cm, la 28 de zile a fost de 250 kgf/cm² pentru prima serie și de 300 kgf/cm² pentru seria a doua.

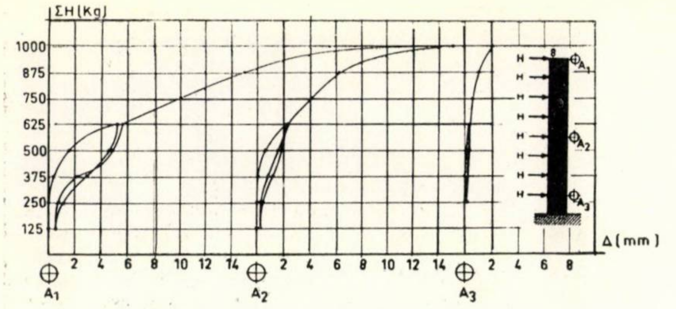


Fig. 13 *a*

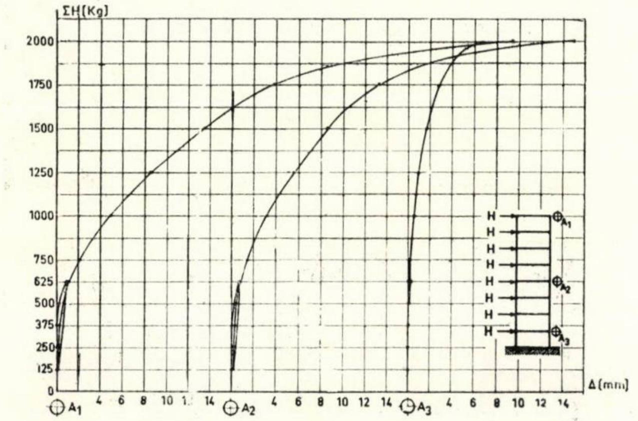


Fig. 13 *b*

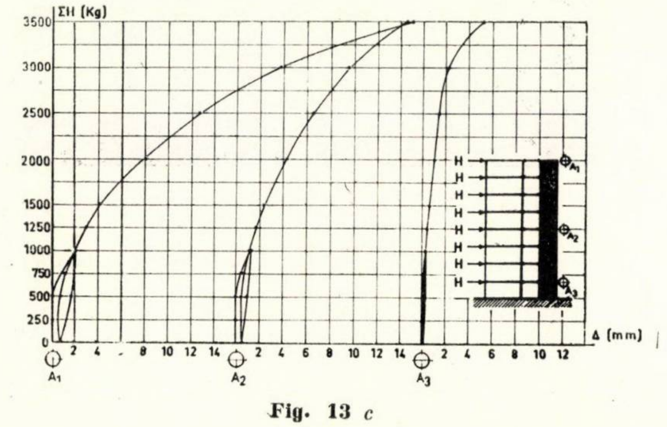
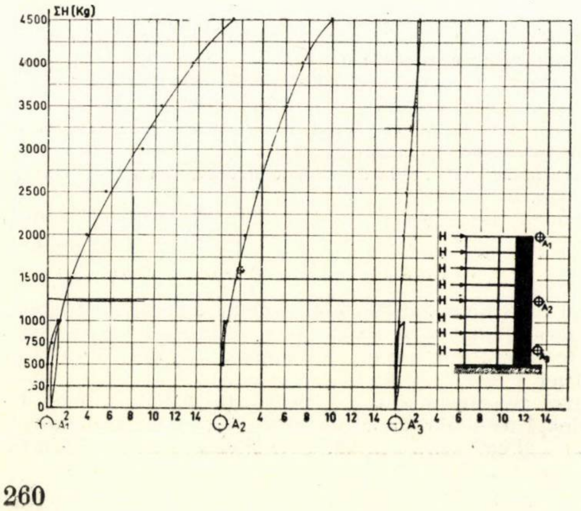


Fig. 13 *c*

Fig. 13 *d*



Armăturile au fost realizate din oţel moale OL 38 cu palier mare de curgere. Riglele şi stîlpii au fost armaţi cu 4 ∅ 6 mm, cu etrieri Ø 4 mm la interval de 5 cm. Pentru diafragme s-a prevăzut o reţea ortogonală cu ochiuri de 5 cm, realizată din bare de Ø 4 mm; membrurile diafragmelor au fost armate cu 4 Ø 4 mm, cu etrieri Ø 4 mm la interval de 5 cm.

Studierea modelelor a fost realizată cu ajutorul unui stand special amenajat, încărcările fiind aplicate în nodurile structurii, de jos în sus, cu ajutorul unei prese hidraulice şi al unui sistem de pîrghii articulate (fig. 12).

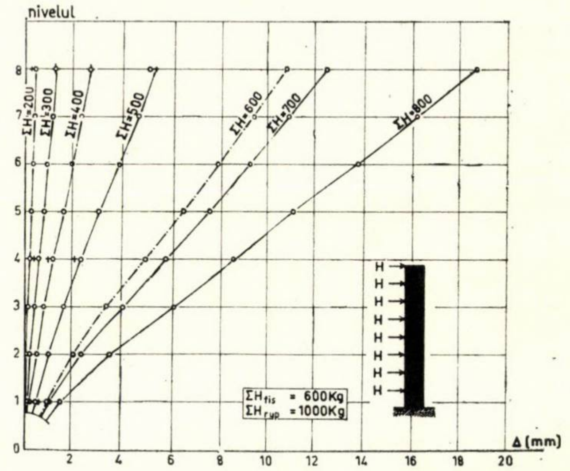


Fig. 14 *a*

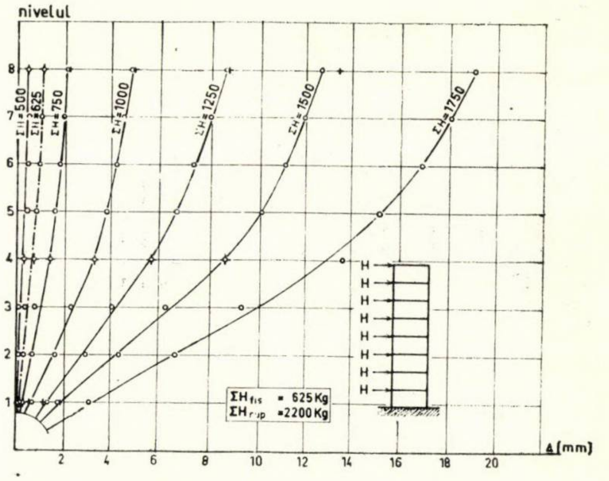
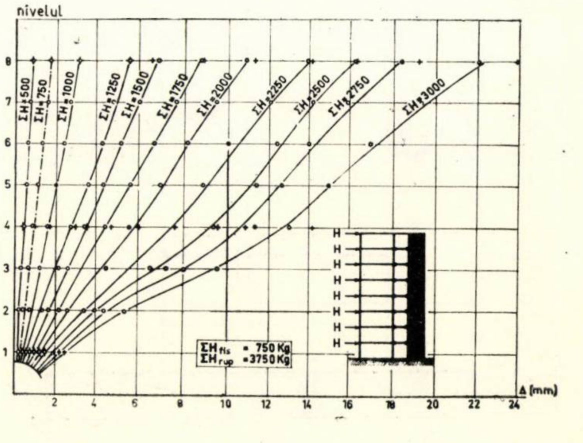


Fig. 14 *b*

Fig. 14 *c*



Deformaţiile exterioare (deplasările nodurilor) au fost măsurate cu microcomparatoare 1 : 100, iar în nodurile 1, 4, 8 au fost montate şi trei fleximetre Amsler. Rotirea rigidă a secţiunii de încastrare (nivelul 0) a fost determinată cu microcomparatoare 1 : 1000. În cîteva secţiuni caracteristice s-au măsurat deformaţiile betonului şi ale armăturii prin traductori rezistivi.

Procedeul de aplicare a încărcărilor statice de scurtă durată a respectat, în general, recomandările Comitetului European de Beton. Prima serie de probe a fost încărcată pînă la fisurare, descărcată şi apoi reîncărcată pînă la rupere ; pentru a doua serie, descărcarea a fost efectuată înainte de fisurare. În figurile 13 *a*, *b*, *c*, *d* se dau deplasările Δ ale nodurilor 1, 4, 8 în funcţie de încărcarea aplicată ΣH, pentru diafragmă, cadru, cadrul-diafragmă cu legături articulate şi cadrul-diafragmă cu legături rigide.

Analizînd cercetările experimentale efectuate, se pot trage unele concluzii privind comportarea cadrelor-diafragme de beton armat în domeniul elastic şi elasto-plastic, pînă la rupere.

a) În figurile 14 *a*, *b*, *c* se dau deformatele diafragmei, ale cadrului şi ale cadrului-diafragmă cu legături articulate pentru diferite grade de încărcare. Se poate remarca cu uşurinţă că, în domeniul elastic, deformatele experimentale au o alură similară cu a celor teoretice (fig. 22, 23) ; astfel, pentru diafragmă se obţine o *deformată de tip consolă*, pentru cadru o *deformată de tip cadru* şi pentru cadrul-diafragmă o *deformată de cadru corectată* de acord cu raporturile rigidităţilor

$$k^R_{jk}/\Sigma k^P_{jk} = 15 \quad \text{şi} \quad k^T_{jj'}/\Sigma k^P_{jk} = 0{,}214,$$

alese pentru model (ceea ce evidenţiază prezenţa, la partea superioară a diafragmei, a forţelor de sens contrar încărcării orizontale H aplicate pe structură ; fig. 10 *c*).

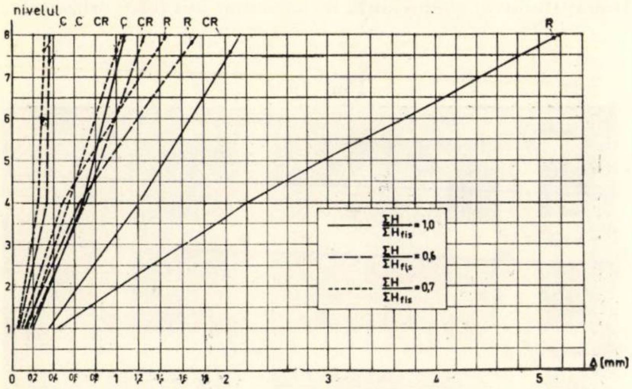


Fig. 15

b) Comportarea elastică a structurilor este pusă în evidenţă mai ales de diagramele date în figura 15, care reprezintă deformatele acestor structuri pentru diferite raporturi între încărcarea efectivă şi încărcarea de fisurare ($\Sigma H/\Sigma' H_{fis} = 0{,}7-0{,}8-1{,}0$).

c) În tabela 4 se compară deplasările experimentale măsurate în domeniul elastic cu deplasările teoretice calculate pentru cadrul-diafragmă cu legături articulate prin procedeul propus de autori. Calculele au fost efectuate cu un calculator electronic. Concordanţa între cele două deformate este bună, ceea ce dovedeşte valabilitatea procedeului de calcul propus (fac excepţie nivelurile 1, 2, 3, pentru care deplasările sînt foarte mici şi eroarea de citire pe microcomparatoare este mare).

Tabela 4

Comparaţia valorilor experimentale şi teoretice ale deplasărilor Δ_j ale cadrului-diafragmă cu legături elastice

Nivelul	1	2	3	4	5	6	7	8
Δ^e_j mm	0,151	0,268	0,448	0,626	0,792	0,870	1,115	0,190
Δ^t_j mm	0,046	0,185	0,372	0,575	0,773	0,956	1,120	1,268
Δ^e_j/Δ^t_j	3,150	1,450	1,205	1,082	0,895	0,907	0,995	1,015

d) Analizînd deformatele structurilor în afara domeniului elastic (fig. 14), ca şi fisurarea şi stadiul ultim de rupere (colaps) al acestor structuri (fig. 16), se poate observa că distribuţia calitativă a eforturilor rămîne aceeaşi pînă la rupere.

Pentru cele două cadre-diafragme (cu legături articulate — fig. 16 *c* — şi cu legături rigide — fig. 16 *d*), fisurarea diafragmei reproduce cu fidelitate diagramele de momente încovoietoare M^{II}_{jk} şi de forţe tăietoare T^{II}_{jk} corespunzătoare unei grinzi încastrate la un capăt şi simplu rezemate elastic la celălalt (fisuri înclinate la 45° la cele două capete şi fisuri perpendiculare pe axa barei în zona momentelor încovoietoare pozitive). Acest mod de fisurare pune clar în evidenţă prezenţa forţelor de sens contrar sarcinilor orizontale ce acţionează la partea superioară a diafragmei, ca urmare a interacţiunii sale cu cadrul.

e) Comparînd deformatele celor trei tipuri de structuri (diafragmă, cadru, cadru-diafragmă), se observă că modul de deformare cel mai rigid (cadru sau diafragmă) impune tipul de deformată al structurii compuse (cadru-diafragmă). În exemplul nostru, diafragma fiind elementul cel mai flexibil, deformata ansamblului a rezultat de tip cadru atenuat.

f) Stadiul ultim de rupere al structurilor studiate s-a produs prin formarea unui număr oarecare de articulaţii plastice mai ales în zona de încastrare. Deformata pronunţată a acestor articulaţii a favorizat colapsul structurii, fără să apară alte articulaţii plastice.

V. STUDII PE MODELE FOTOELASTICE

Pentru studiul fotoelastic s-au confecţionat modele de araldit, care au reprezentat la scară redusă modelele de beton armat (diafragma, cadrul, cadrul-diafragmă cu legături articulate, cadrul-diafragmă cu legături rigide). Dimensiunile cadrului-diafragmă cu legături rigide sînt date în figura 17.

Etalonarea materialului a fost făcută pe epruvete prismatice supuse la încovoiere pură ; s-a obţinut valoarea tensiunii etalon :

$$\sigma_0 = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{m} = 14{,}9\ \text{kgf/cm}^2$$

unde m arată numărul de ordine al izocromaticei ($m = 0$, 1, 2, 3,...).

Încărcările orizontale au fost aplicate în trei etape : $H_1 = 0{,}58$ kgf ; $H_2 = 1{,}11$ kgf ; $H_3 = 1{,}64$ kgf. Figurile 18 *a*, *b*, *c*, *d* arată aspectul izocromaticelor în cele patru modele pentru $H_3 = 1{,}64$ kgf.

Solicitările în secţiunea curentă a barelor structurii (rigle, stîlpi, diafragmă) au fost calculate cu formulele :

$$M = \frac{-m' + m''}{2} \cdot \frac{bh^2}{6}\,\sigma_0,$$

$$N = \frac{m' + m''}{2}\, bh\,\sigma_0,$$

$$T = \frac{m' + m''}{2}\, bh\, \frac{h}{3c}\,\sigma_0,$$

cu notaţiile date în figura 19 (m' şi m'' reprezintă ordinul izocromaticei în secţiunea considerată).

Pentru a putea compara valorile experimentale ale solicitărilor determinate pe modelele fotoelastice cu valorile teoretice obţinute prin procedeul propus, calculul acestora din urmă s-a făcut cu ajutorul unui calculator electronic. În figura 20 se dau o parte din rezultate pentru cadrul-diafragmă cu legături articulate (s-au efectuat cinci iteraţii pentru o precizie $\varepsilon = 1^0/_{00}$).

În tabela 5 se prezintă valorile experimentale şi teoretice ale momentelor încovoietoare din secţiunile 1 şi 0 ale dia-

Tabela 5

Momentele încovoietoare din diafragma cadrului-diafragmă cu legături articulate (kgfcm)

Secţiunea	$M^R_{experim.}$	$M^R_{teoretic}$	Δ %
1	32,000	30,965	+3,2
0	50,800	48,206	+5,4

fragmei cadrului-diafragmă cu legături articulate ; concordanța este satisfăcătoare.

Diferențele între cele două serii de valori (experimentale și teoretice) pentru cadrul-diafragmă cu legături articulate (fig. 18 *c*) au fost de ± 6% pentru diafragmă și de ± 25% pentru stîlpii cadrului. Explicația acestor diferențe atît de mari pentru stîlpi rezidă în faptul că articulațiile barelor de legătură dintre diafragmă și cadru, în modelul fotoelastic, nu sînt perfecte ca în calculul teoretic și influența acestor imperfecțiuni se manifestă asupra stîlpilor.

În concluzie, se poate considera că studiul fotoelastic confirmă procedeul de calcul propus.

VI. INFLUENȚA PRINCIPALILOR PARAMETRI ASUPRA CALCULULUI ȘI COMPORTĂRII CADRELOR-DIAFRAGMĂ

Procedeul de calcul propus prezintă avantajul unei convergențe mai rapide decît alte procedee și se pretează foarte bine la un calcul automatizat prin utilizarea calculatoarelor electronice.

Pentru structurile de tip cadru-diafragmă cu legături articulate ca cele date în figurile 11 și 16 *c* (un cadru-scară legat cu o diafragmă) se prezintă ordinograma unui program de calcul, astfel ca prin schimbarea sistematică a principalilor parametri ai structurii să se poată obține prin calcul rezultate privind un număr mare de cadre-diafragme de același tip.

VI. 1. Ordinograma programului. În figura 21 este dată ordinograma programului de calcul utilizat. În această schemă s-a utilizat noțiunea de vector ($\overline{\Delta}$, $\overline{\delta}$, $\overline{T}$, $\overline{H}$, $\overline{T}_c$, T_R) în sensul de vector generalizat în hiperspațiul n-dimensional, n fiind numărul de niveluri, și deci fiecare vector avînd n componente, adică valorile corespunzătoare celor n niveluri.

Prin ε s-a notat gradul de precizie pînă la care s-a continuat iterația ; ε reprezintă un procentaj din forța orizontală,

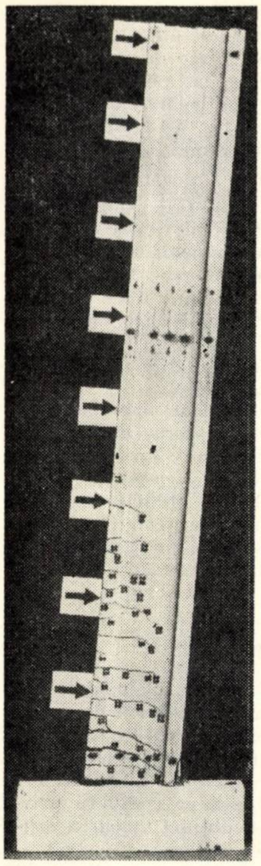


Fig. 16 *a*

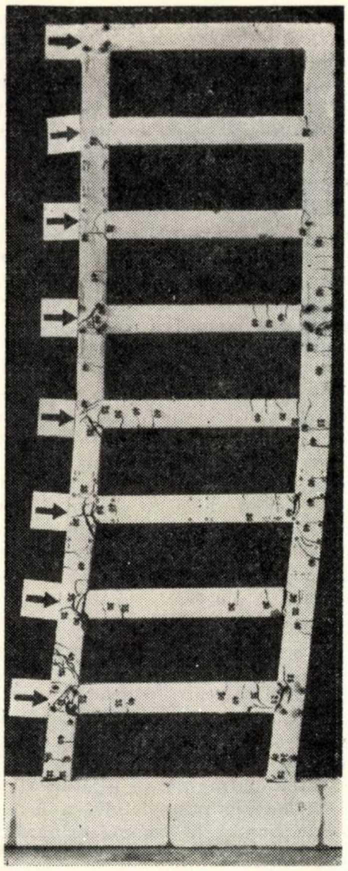


Fig. 16 *b*

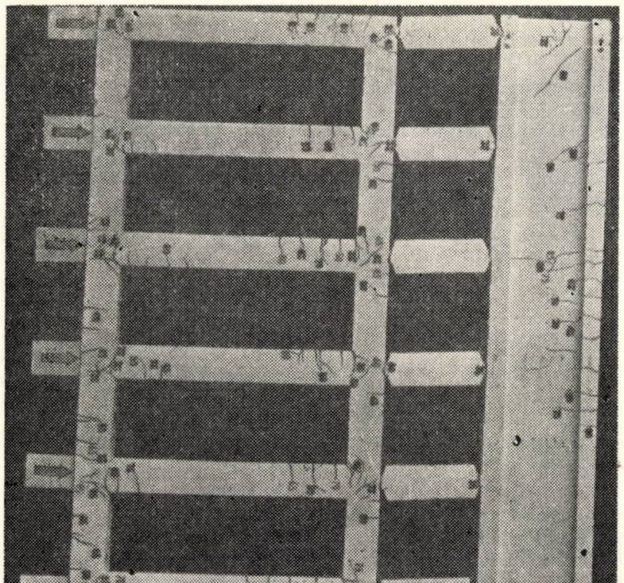


Fig. 16 *c*

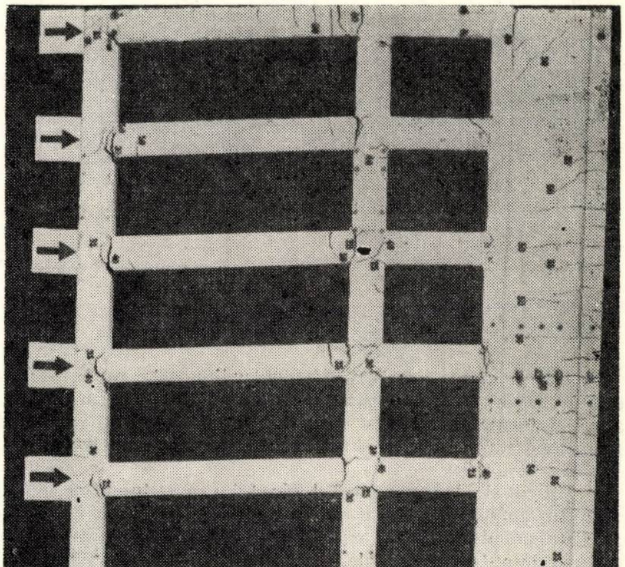


Fig. 16 *d*

adică reprezintă diferența maximă privind neechilibrarea forțelor orizontale la nivelul cel mai dezavantajat.

Așa cum se vede în ordinogramă, pentru fiecare iterație este necesar să se rezolve trei sisteme de n ecuații cu n necunoscute în trei stadii diferite (blocurile 5, 9, 12). Pentru acest motiv, programul prezentat este considerat ca un bloc de procedură (de subrutină), cu alte cuvinte, ca un program de rezolvare a sistemelor de ecuații care va fi activat de trei ori în fiecare iterație. Deoarece toate cele trei sisteme de ecuații sînt diagonale (matrice tip Iacobi), s-a utilizat un alogaritm specific acestui tip de sisteme, aplicînd o metodă recursivă [5].

VI. 2. Delimitarea domeniului studiat. Prezenta analiză se ocupă de comportarea structurilor studiate numai în domeniul elastic. S-a considerat că rigiditățile elementelor structurii, ca și înălțimile etajelor sînt constante pe toată înălțimea cadrului-diafragmă; s-a admis aceeași ipoteză că încărcările orizontale aplicate în nodurile structurii sînt constante pe înălțime ($H_j = \text{const}, \ j = 1, \ 2 \ldots n$).

Primele calcule au fost efectuate pentru cadrele-diafragme experimentale (de beton armat și de material fotoelastic), apoi parametrii de calcul au fost schimbați în jurul celor din aceste prime calcule, pentru a putea delimita cu cea mai mare precizie domeniul de studiat. S-au calculat astfel 20 de cadre-diafragme și s-au putut defini parametrii și domeniul lor de variație pe baza unei analize a rezultatelor, sub formă numerică și grafică.

VI. 3. Parametrii principali ai structurii. Comportarea unei structuri de tip cadru-diafragmă poate fi definită prin următorii trei parametri:

a) n — numărul de niveluri (etaje);

b) $r - k_{jk}^{R}/2\,k_{jk}^{P}$ — raportul între rigiditatea diafragmei și cea a stîlpilor;

c) $r' = k_{j',j}^{T}/2\,k_{jk}^{P}$ — raportul între rigiditatea riglei și cea a stîlpilor.

Pe baza studiului preliminar s-a stabilit că cel mai important parametru este r', pentru care s-au ales 5 valori de considerat în calcule (0,005; 0,050; 0,125; 0,250; 1,000).

Fig. 16 e

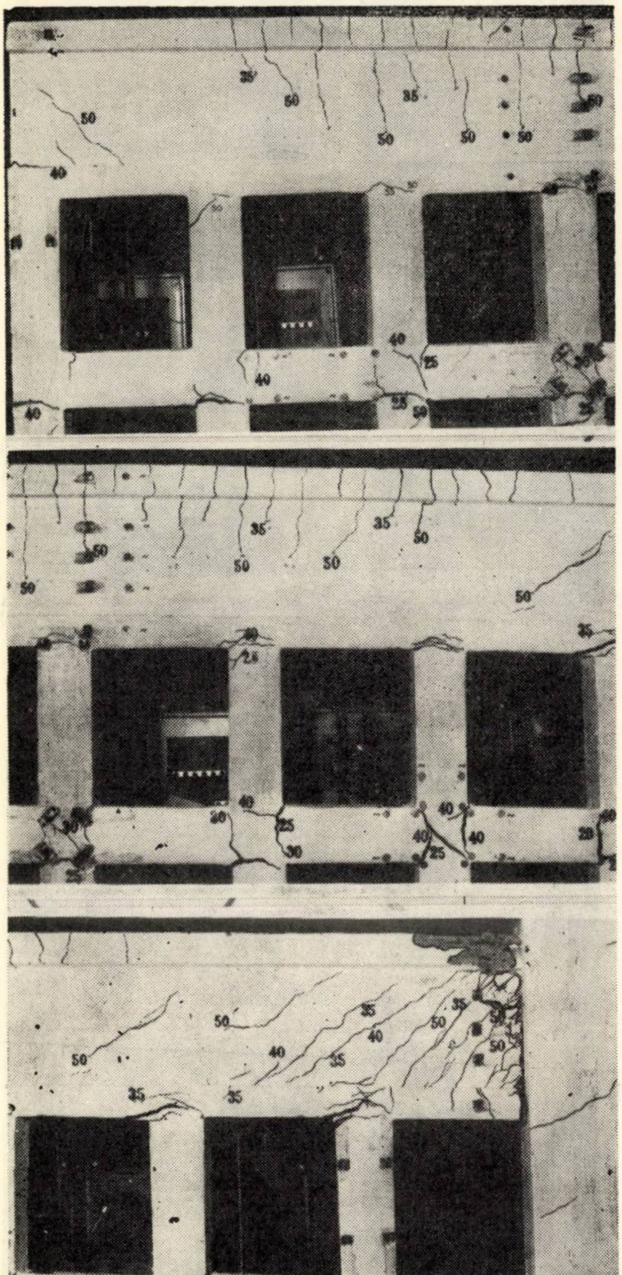
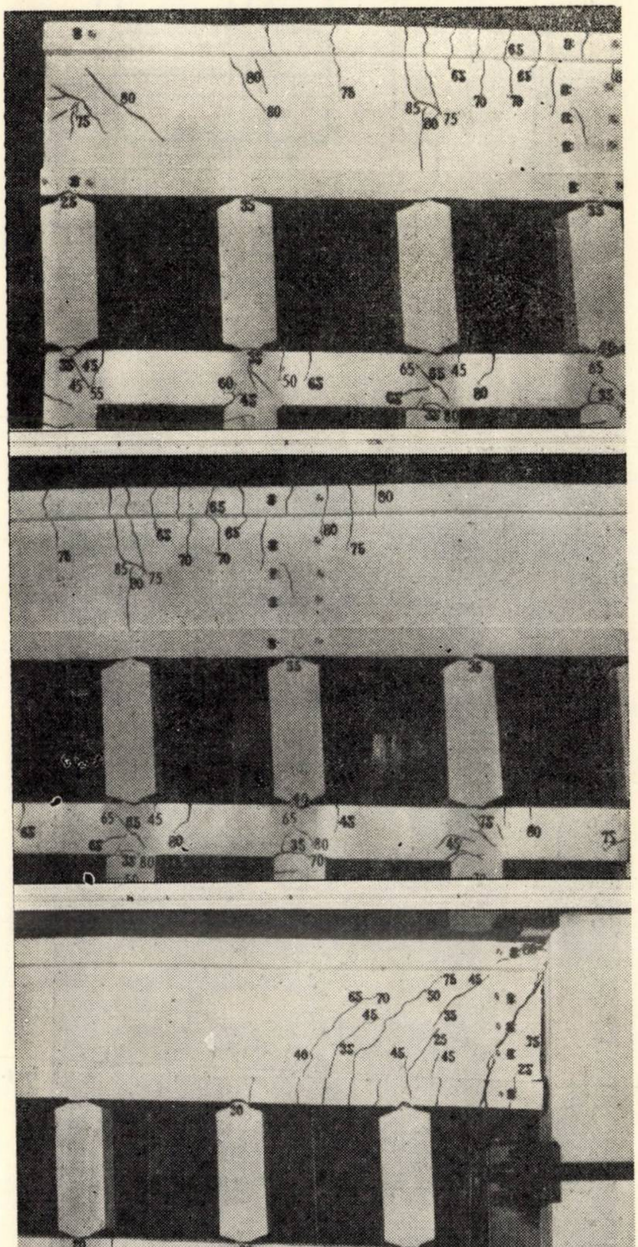


Fig. 16 f



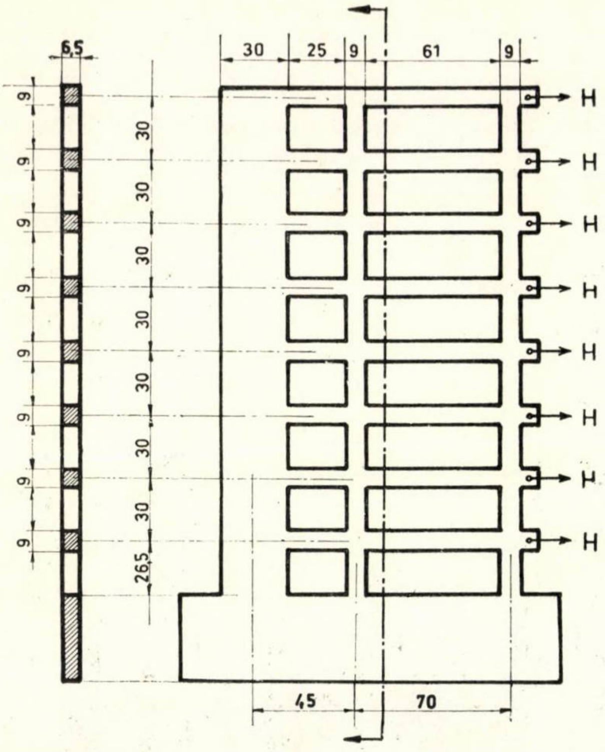

6,5
9
9
9
9
9
9
9
9
30
25
9
61
9
30
30
30
30
30
30
30
26,5
H
H
H
H
H
H
H
H
45
70

Fig. 17

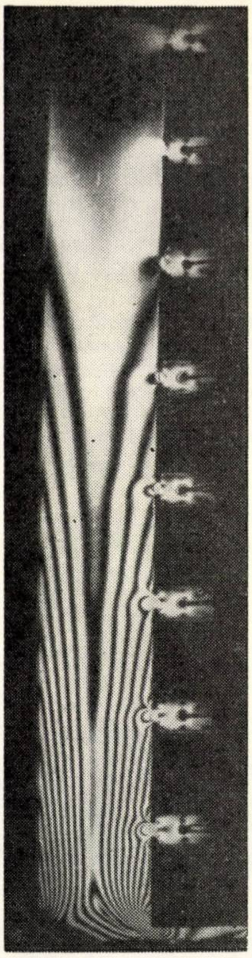


Fig. 18 *a*

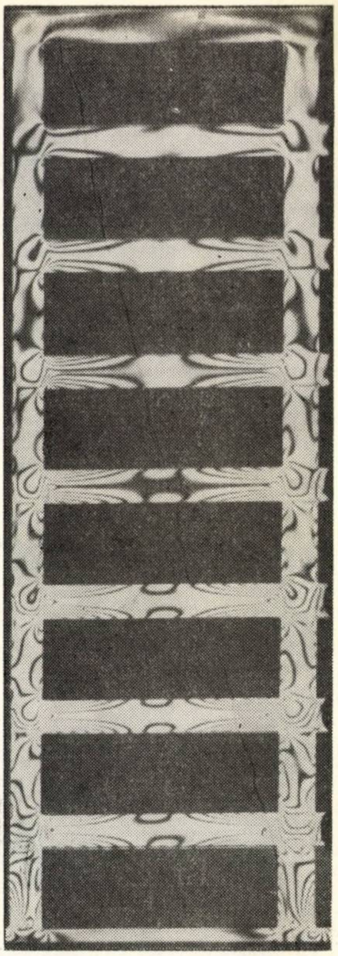


Fig. 18 *b*

Fig. 18 *c*

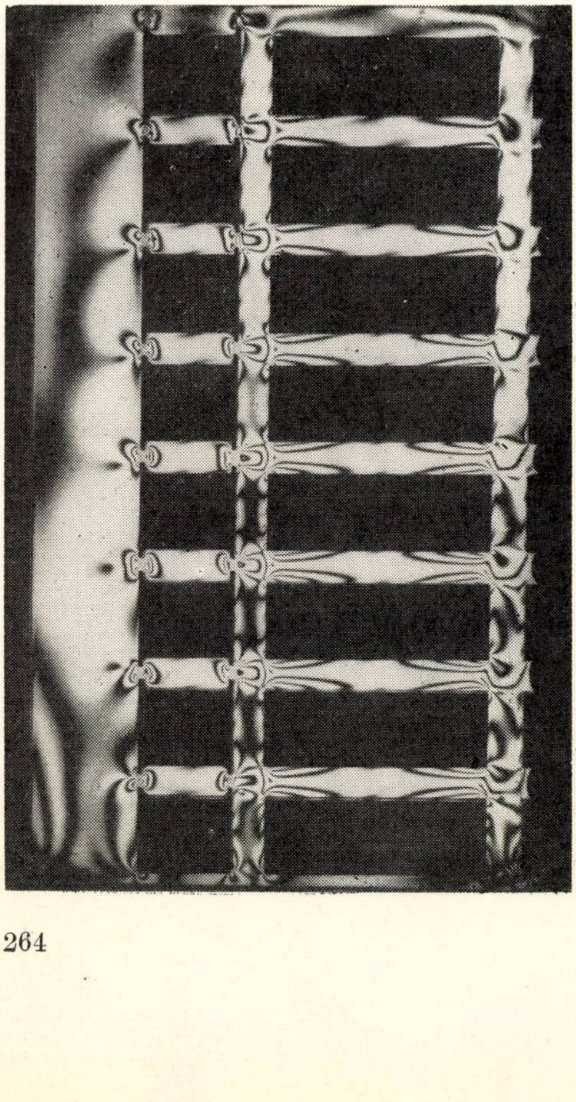
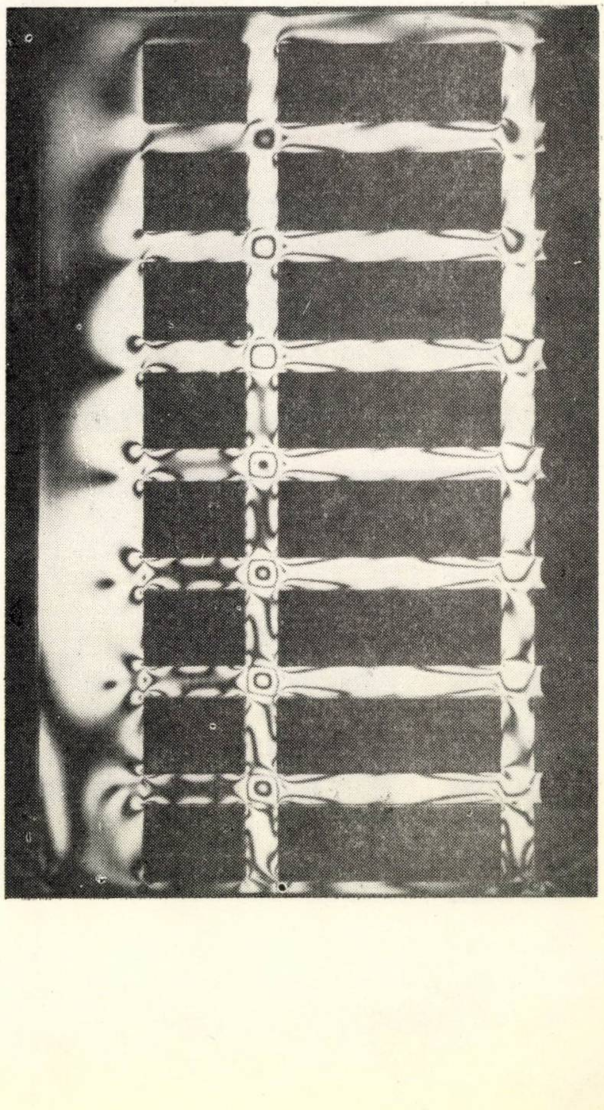


Fig. 18 *d* ↑



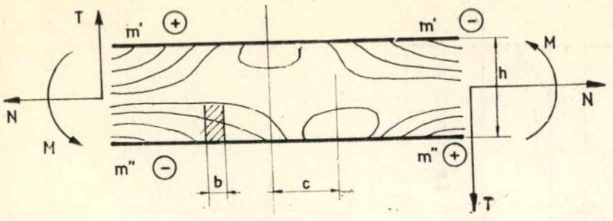

T
m'
m'
M
N
N
h
M
m''
m''
b
c
T

Fig. 19

Fig. 20

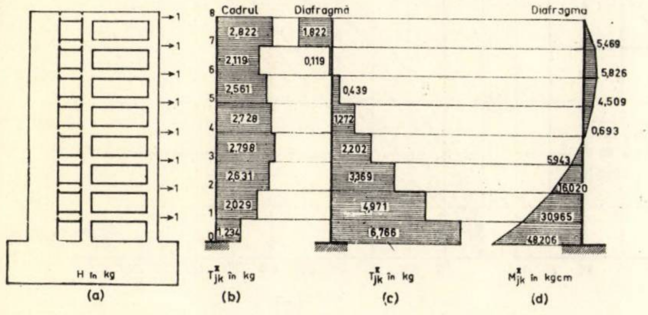
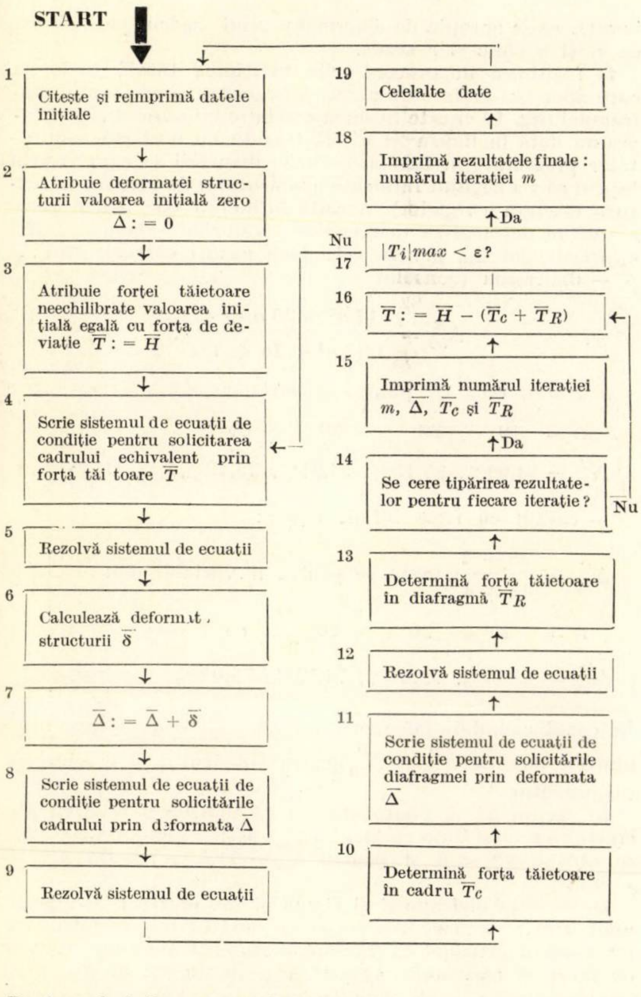

Codrul
Diafragmă
Diafragma
8
7
6
5
4
3
2
1
0
2,822
2,119
2,561
2,728
2,798
2,631
2,029
1,234
1,822
0,119
0,439
1,272
2,202
3,369
4,971
6,766
5,469
5,826
4,509
0,693
5,943
16,020
30,965
48,206
H în kg
T^x_{jk} în kg
T^x_{jk} în kg
M^x_{jk} în kgcm
(a)
(b)
(c)
(d)

Fig. 21


START
1
Citește și reimprimă datele inițiale
2
Atribuie deformatei structurii valoarea inițială zero $\overline{\Delta} := 0$
3
Atribuie forței tăietoare neechilibrate valoarea inițială egală cu forța de deviație $\overline{T} := \overline{H}$
4
Scrie sistemul de ecuații de condiție pentru solicitarea cadrului echivalent prin forța tăietoare $\overline{T}$
5
Rezolvă sistemul de ecuații
6
Calculează deformata structurii $\overline{\delta}$
7
$\overline{\Delta} := \overline{\Delta} + \overline{\delta}$
8
Scrie sistemul de ecuații de condiție pentru solicitările cadrului prin deformata $\overline{\Delta}$
9
Rezolvă sistemul de ecuații
10
Determină forța tăietoare în cadru $\overline{T_C}$
11
Scrie sistemul de ecuații de condiție pentru solicitările diafragmei prin deformata $\overline{\Delta}$
12
Rezolvă sistemul de ecuații
13
Determină forța tăietoare în diafragmă $\overline{T_R}$
14
Se cere tipărirea rezultatelor pentru fiecare iterație?
Nu
Da
15
Imprimă numărul iterației m, $\overline{\Delta}$, $\overline{T_C}$ și $\overline{T_R}$
16
$\overline{T} := \overline{H} - (\overline{T_C} + \overline{T_R})$
17
$|T_i|max < \varepsilon$?
Nu
Da
18
Imprimă rezultatele finale: numărul iterației m
19
Celelalte date

Pentru al doilea parametru, raportul r, s-au luat 4 valori (10, 20, 50, 100). Parametrul cel mai puțin important este numărul de niveluri n, pentru care s-au admis trei valori (10, 20, 30). Au fost astfel de calculat $5 \times 4 \times 3 = 60$ structuri diferite de tip cadru-diafragmă cu legături articulate caracterizate prin valorile variabile ale celor trei parametri r', r și n.

Pentru concretizarea rezultatelor s-au considerat ca indicate următoarele reprezentări:

a) Forma deformatei se poate reprezenta într-un sistem cartezian de coordonate, avînd în abscisă deplasarea orizontală exprimată în procente din deplasarea (maximă) de la nivelul n al structurii ($100\ \Delta j/\Delta n$, %) și în ordonată nivelul (înălțimea) structurii exprimat în procente din înălțimea totală (numărul total de niveluri), ($100\ j/n$, %). În modul acesta, toate deformatele vor avea două puncte comune: cele două extremități de coordonate (0%, 0%) și (100%, 100%) și comparația diferitelor deformate va fi ușurată. S-a găsit că mărimea numerică ce caracterizează cel mai bine forma deformatei este abscisa Δ_{50} a nivelului $j = 50\%$ (jumătatea înălțimii structurii).

b) Înălțimea zonei din partea superioară a structurii, în care apar în diafragme forțele tăietoare negative (de sens contrar încărcărilor orizontale direct aplicate, cu alte cuvinte de sens contrar forței de deviație) este în corelație directă cu valoarea abscisei Δ_{50}.

c) Convergența calculului este caracterizată prin numărul m de iterații necesare pentru ca diferența între suma forțelor orizontale aplicate structurii ($\Sigma H'$) și suma forțelor tăietoare ce apar în cadru și diafragmă (ΣT) să fie, în valoare absolută, mai mică decît precizia dată ε.

VI. 4. Influența principalilor parametri. Analiza rezultatelor celor 60 de structuri a confirmat importanța primordială a parametrilor r'. Astfel, pentru valorile extreme ale acestui parametru, comportarea cadrului-diafragmă poate fi definită după cum urmează:

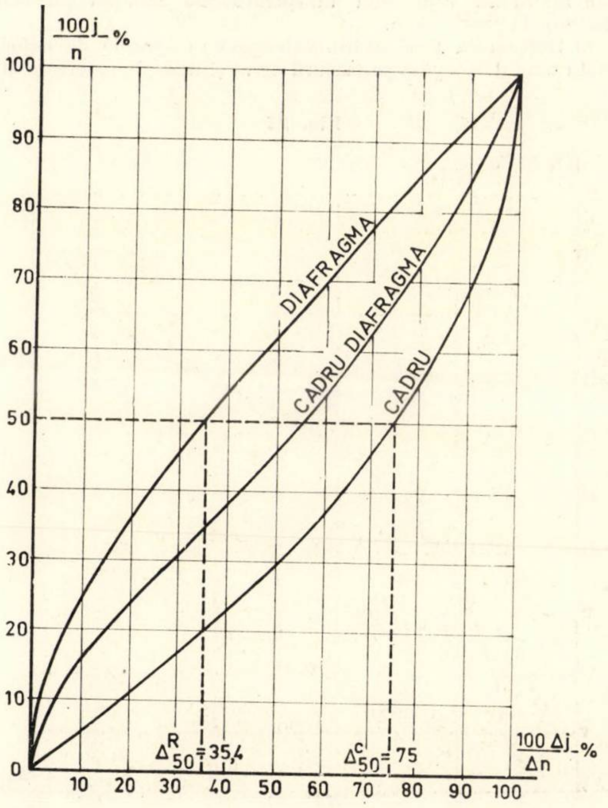
$r' = 0$, diafragmă pură (consolă),

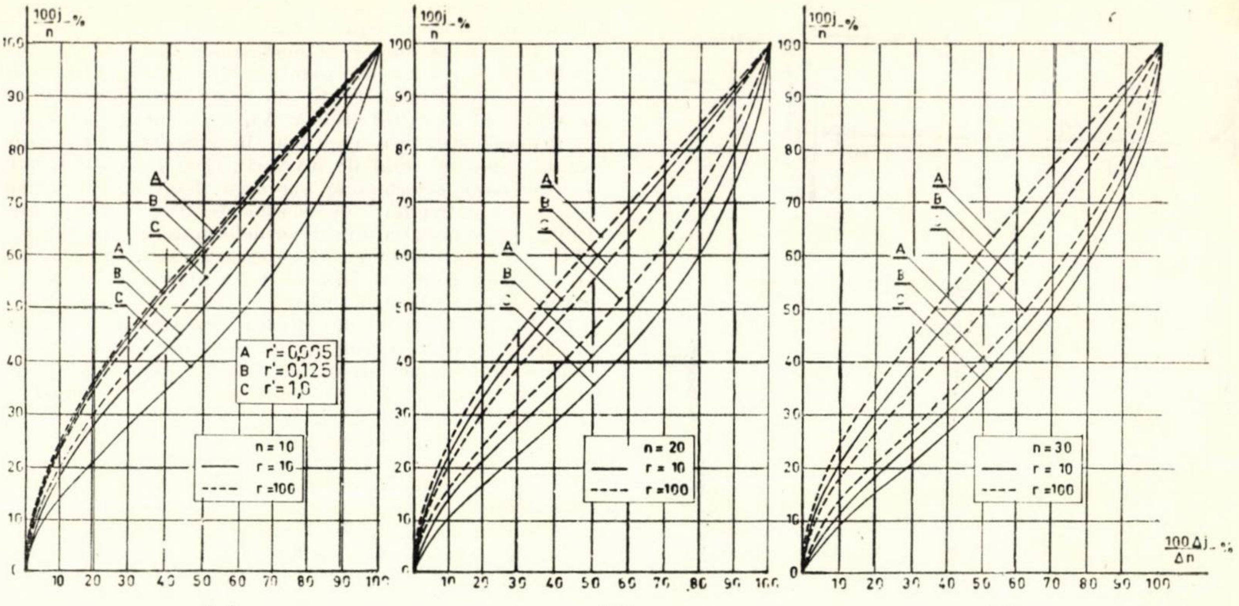
$r' = \infty$, cadru pur.

Deformatele acestor două structuri sînt date în figura 22. Deformata cadrului a fost trasată fără a lua în considerație inflexiunile locale la fiecare etaj între două rigle consecutive, ci unind printr-o curbă continuă punctele situate la nivelurile riglelor; deformata a devenit astfel independentă de numărul real și de dispoziția efectivă a riglelor.

În figurile 23 *a*, *b*, *c* s-au trasat 18 curbe ale deformatelor din tabelul de 60 de curbe, grupate în funcție de cei trei parametri variabili n, r, r'. Analizînd aceste curbe, ca și rezultatele numerice nereproduse aici (o parte din aceste re-

Fig. 22





(a) (b) (c)

Fig. 23

zultate sînt date în tabela 6), s-au putut trage concluziile următoare:

a) Toate deformatele formează o singură familie de curbe, independent de combinația aleasă pentru cei trei parametri n, r, r'.

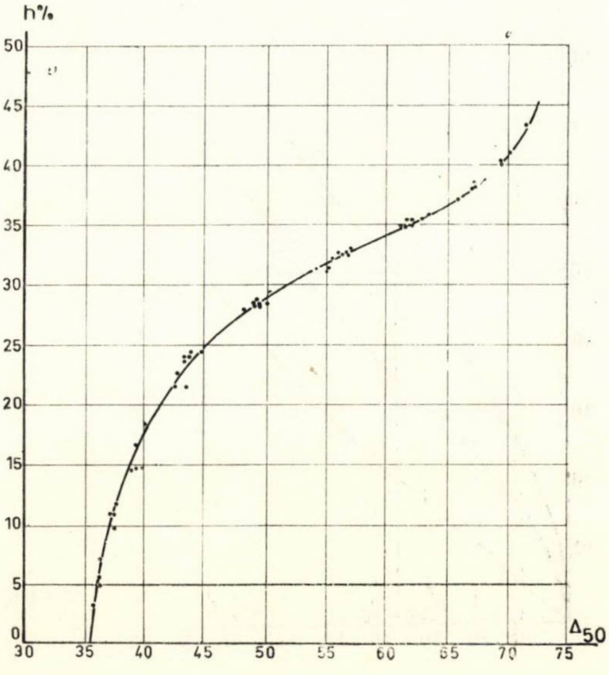
b) Ca o consecință a celor de mai sus (punctul a), rezultă că aceste curbe nu se intersectează; dacă două curbe au un punct comun, în afara celor două puncte extreme, atunci ele se confundă pe toată lungimea lor.

c) Ca o consecință a punctului b, rezultă că fiecare curbă poate fi caracterizată printr-un singur număr, de exemplu prin abscisa Δ_{50} a nivelului $j = 50\%$ (jumătatea înălțimii).

d) Neglijînd efectul local al numărului finit de niveluri, care creează inflexiunile locale, cele două curbe extreme din figura 22 reprezintă înfășurătoarele familiei curbelor definite la punctul a.

e) Deformata unui cadru-diafragmă se apropie de deformata unei diafragme pe măsură ce r' și n scad și r crește și, invers, ea se apropie de deformata unui cadru pe măsură ce r' și n cresc și r scade.

Fig. 24



f) Înălțimea în procente din înălțimea totală ($h\%$) pe care apar forțe tăietoare negative la partea superioară a diafragmei (fig. 10 *c*) este în bună corelație cu abscisa Δ_{50}. Diagrama dată în figura 24 a fost trasată cu ajutorul rezultatelor prezentate în tabela 6. Micile dispersii se explică prin faptul că s-a neglijat influența numărului n de niveluri (structura discretă a riglelor). Această influență este foarte mică, rezultînd din analiza matematică a valorilor extreme. Astfel expresiile lui Δ_{50} pentru cele două cazuri extreme sînt:

— diafragma (consola)

$$\Delta_{50}^{R} = \frac{17\,n^2 + 20\,n + 4}{16(3\,n^2 + 4n + 1);};$$

$h\% = 0$, ceea ce pentru n variabile dă:

$$n = \quad 10 \qquad 20 \qquad 30 \qquad \infty$$

$$\Delta_{50}^{C} = 34{,}90\%,\ 35{,}15\%,\ 35{,}24\%,\ 35{,}42\%$$

— cadrul cu rigle infinit rigide:

$$\Delta_{50}^{C} = \frac{3n + 2}{4n + 4},$$ ceea ce pentru n variabil dă:

$$n = \quad 10 \qquad 20 \qquad 30 \qquad \infty$$

$$\Delta_{50}^{D} = 72{,}73\%,\ 73{,}81\%,\ 74{,}79\%,\ 75{,}00\%$$

În cazul cadrului-diafragmă, valorile Δ_{50}^{CR} sînt cuprinse între limitele date de Δ_{50}^{R} și Δ_{50}^{C} pentru numărul n de niveluri corespunzător.

În figura 24 se poate observa că înălțimea relativă $h\%$ crește în același timp cu abscisa Δ_{50}; astfel, pentru $\Delta_{50} = 35{,}4$ se obține $h\% = 0$ și pentru $\Delta_{50} = 71{,}5\%$ rezultă $h\% = 43{,}3$.

Deformata diafragmei și starea ei de eforturi corespund unei grinzi verticale încastrate la capătul inferior și avînd un reazem articulat și tasabil la capătul superior. Gradul de tasare a reazemului superior este în funcție de Δ_{50}, fiind minimum pentru Δ_{50}^{C} și maximum pentru Δ_{50}^{R} (în reazem nu apar reacțiuni).

g) Deformata reală a cadrului-diafragmă nu poate fi exprimată ca o combinație liniară între deformata diafragmei și cea a cadrului. Toate deformatele reale au în partea lor inferioară aspect de diafragmă și în partea superioară tind către un cadru în limitele permise de rigiditatea struc-

Tabela 6

Valorile lui Δ_{50}, h% şi m în funcţie de n, r şi r′ (pentru $\varepsilon = 1\,^0/_{00}$)

r		r′ = 0,005	0,050	0,125	0,250	1,000
				$n = 30$		
10	Δ_{50}	43,4	62,0	67,1	69,3	71,5
	h%	23,7	35,0	38,1	40,0	43,3
	m	2	4	5	6	13
20	Δ_{50}	40,0	56,7	63,4	66,8	70,1
	h%	18,3	32,6	35,8	38,0	41,0
	m	2	4	5	7	14
50	Δ_{50}	37,4	48,8	56,3	61,2	66,9
	h%	10,7	28,4	32,5	34,9	38,4
	m	2	4	5	7	15
100	Δ_{50}	36,4	43,7	50,1	55,4	62,8
	h%	4,8	24,0	29,4	32,2	36,0
	m	2	4	5	7	15
				$n = 20$		
10	Δ_{50}	39,4	55,1	62,0	65,7	69,3
	h%	16,4	31,4	34,9	37,1	40,4
	m	2	4	5	6	13
20	20	37,5	49,4	56,8	61,5	66,9
	h%	9,6	28,4	32,4	34,8	38,5
	m	2	4	5	7	14
50	Δ_{50}	36,2	42,8	49,0	54,1	61,6
	h%	5,4	22,6	28,3	31,3	35,4
	m	2	4	5	7	15
100	Δ_{50}	35,7	39,5	43,8	48,1	56,0
	h%	3,2	16,7	24,0	27,9	32,7
	m	2	3	5	6	14
				$n = 10$		
10	Δ_{50}	36,1	43,6	50,0	55,0	62,0
	h%	7,0	21,5	28,3	31,1	35,4
	m	2	3	5	6	13
20	Δ_{50}	55,5	40,1	44,8	49,3	57,0
	h%		14,5	24,4	28,2	33,0
	m	2	3	5	6	13
50	Δ_{50}	35,2	37,2	39,8	42,7	49,2
	h%	—	10,8	14,7	21,5	28,8
	m	2	3	4	6	13
100	Δ_{50}	35,0	36,1	37,6	39,4	43,9
	h%	—	7,0	11,7	14,7	24,4
	m	2	3	4	5	12

turii. Aceasta se explică prin faptul că încărcările orizontale aplicate direct pe structură şi uniform repartizate nu se distribuie uniform pe înălţimea celor două elemente ale structurii, diafragmă şi cadru, din cauza interacţiunii lor.

h) Numărul m de echilibrări necesare pentru a ajunge la precizia dată ε depinde numai de r', fiind practic independent de n şi r. Convergenţa este rapidă pentru rigle suple şi lentă pentru rigle rigide. Pentru o precizie $\varepsilon = 1\%$, numărul de iteraţii este de la $m = 2$ pentru $r' = 0{,}005$ pînă la $m = 13-15$ pentru $m' = 1000$. În cazul unei precizii $\varepsilon = 1\%$ (ceea ce în practică este cu totul suficient), numărul de iteraţii se reduce aproximativ la jumătate din cel corespunzător lui $\varepsilon = 1\,^0/_{00}$.

Tabela 6 arată un aspect sinoptic al influenţei tuturor parametrilor studiaţi, privind comportarea cadrelor-diafragmă.

★

Autorii mulţumesc pe această cale tov. ing. Andrei Weiss, care a programat şi efectuat calculele la calculatorul electronic MECIPT 2 – D.S.A.P.C.-Timişoara, precum şi tov. ing. Tudor Clipii, care a participat la efectuarea lucrărilor experimentale efectuate în Laboratorul de beton armat al Institutului politehnic Timişoara.

★

Studiul de faţă a fost prezentat de prof. C. Avram, într-o formă prescurtată, la cel de al 8-lea congres al Asociaţiei Internaţionale de Poduri şi Şarpante (A.I.P.C.), care a avut loc la New York, la 9–14 septembrie 1968.

Bibliografie

[1] Avram C., Anastasescu D., Mirşu O., Munteanu I.: *Consideraţii asupra calculului diafragmelor-cadre din beton armat.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 1, 1967.
[2] Csonka P.: *Calcul des cadres orthogonaux a noeuds deplacables.* Constructions, nr. 8–9, 1959.
[3] Agent R.: *Bazele teoretice şi aplicaţiile utilizării distorsiunilor în calculul cadrelor etajate.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 10, 1963.
[4] Sosis P. M.: *Rascet ram,* Kiev, Gosstroizdat, 1956.
[5] Mazilu P.: *Statica construcţiilor,* vol. II. Bucureşti, Ed. tehnică, 1959.
[6] Khan F. R., Sbarounis J. A.: *Interaction of shear walls and frames.* Journal of the structural div. Proc. A.S.C.E., vol. 90, nr. 3, 1964.
[7] Cardan B.,: *Concrete shear walls combined with rigid frames in multistory buildings subject to lateral loads,* J.A.C.I., Proc. V–58, sept. 1961.
[8] Gould L.: *Interaction of shear wall frame systems in multistory buildings* J.A.C.I., Prooc. V–62, Jan. 1965, sept. 1965.
[9] Sesan A., Orlovschi N.: *Variante şi simplificări ale metodei distribuirii momentelor.* Buletinul Institutului politehnic Iaşi. Tom I (V), nr. 1–2, 1955.

Automatizarea tratamentelor termice în camere de aburire şi tipare încălzitoare

Ing. V. Roşca, ing. M. Stancu
INCERC

I. CONSIDERAŢII GENERALE

Tratarea termică aplicată betonului proaspăt în vederea accelerării întăririi lui implică asigurarea unui mediu termoumed adecvat, care să favorizeze reacţiile fizico-chimice de hidratare ale cimentului şi să accelereze la maximum aceste reacţii dintre ciment şi apă. Tratamentul termic trebuie să supună elementele prefabricate unei temperaturi corespunzătoare, în limitele strînse ale unui program bine stabilit, pe baza unor experienţe prealabile şi în condiţiile unei umidităţi suficiente, care să asigure menţinerea unei cantităţi suficiente de apă în beton.

Alegerea regimului de tratare termică se poate face în mod judicios, astfel încît să se obţină rezistenţe iniţiale cît mai mari şi în acelaşi timp să fie limitate efectele defavorabile ale tratamentului termic asupra fenomenelor fizicochimice de întărire ale betonului.

Întrucît eficienţa unui tratament termic este în funcţie de aplicarea şi respectarea cu stricteţe a unui program impus, supravegherea, controlul şi reglarea tratamentului sînt elemente esenţiale, care, dacă sînt făcute corect, pot să ducă la obţinerea unor produse de calitate superioară, dar dacă sînt neglijate pot să ducă la importante rebuturi şi consum exagerat de abur. În vederea eliminării neglijenţelor şi lipsei de conştiinciozitate a personalului de supraveghere, a reducerii consumului de abur şi a asigurării unei calităţi superioare a produselor, s-a preconizat automatizarea tratamentului termic aplicat pentru accelerarea întăririi betonului.

Automatizarea tratamentului termic folosit în tehnologiile de producere a elementelor prefabricate din beton armat şi beton precomprimat constă în colectarea centralizată a datelor privind temperatura din diferite puncte ale camerei de tratare sau a tiparului încălzitor, corelarea lor cu programul stabilit anterior şi acţionarea unor dispozitive care să permită admisia aburului, în aşa fel, încît mediul în care se află elementul de beton supus întăririi accelerate să-şi menţină temperatura şi umiditatea necesară, programată.

II. PARAMETRII CARE TREBUIE SĂ FIE URMĂRIŢI LA TRATAREA TERMICĂ

Pentru obţinerea unor produse de bună calitate, regimul termic de tratare trebuie controlat în permanenţă. În timpul tratamentului, parametrii care trebuie controlaţi sînt temperatura, umiditatea şi presiunea aburului.

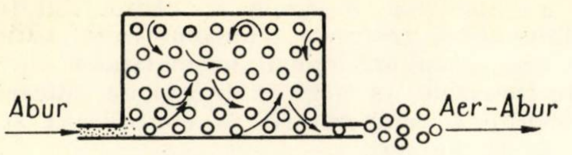
Dintre aceştia, factorul hotărîtor îl constituie temperatura, care trebuie să crească treptat de la temperatura ambiantă a halei de fabricaţie la o temperatură maximă (60–100°C, în funcţie de regimul de tratare impus), să fie menţinută constantă în timpul perioadei de izotermie şi să descrească treptat de la temperatura maximă impusă, la temperatura ambiantă a halei. Eficacitatea tratamentului termic este în funcţie, în special, de corecta desfăşurare a regimului de temperatură, trebuind să se urmărească întocmai curba de temperatură impusă de regimul de tratare, ales pe baza unor încercări preliminare de laborator. Desfăşurarea incorectă a regimului de temperatură impus poate să ducă, fie la degradarea pieselor prin evaporarea intensă a apei din beton, în cazul în care ridicarea temperaturii s-a făcut prea repede sau prea mult, fie la o întărire insuficientă, dacă temperatura a fost mai coborîtă decît cea impusă de regim sau dacă durata de tratare a fost inferioară celei programate.

Asigurarea unui anumit regim de umiditate este, de asemenea, esenţială în obţinerea unei calităţi superioare a elementelor prefabricate, reducerea umidităţii sub o anumită valoare putînd să compromită întregul tratament termic şi să ducă la rebutarea piesei. Reducerea umidităţii sub limita prevăzută duce la o evaporare excesivă a apei din beton, la formarea unor pori dirijaţi în structura betonului şi, în consecinţă, la reducerea rezistenţelor. În aceeaşi măsură în care se verifică şi se asigură un anumit regim de temperatură, trebuie asigurat şi un regim de umiditate corespunzător.

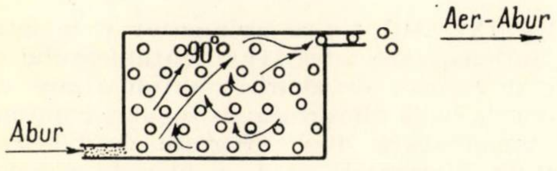
Presiunea aburului nu constituie un factor de importanţa primilor doi parametri sus-menţionaţi, dar la o anumită presiune a aburului care intră în camerele de tratare, corespunde o anumită temperatură şi în acest sens verificarea şi asigurarea unei anumite presiuni a aburului sînt tot atît de importante.

O altă problemă importantă care trebuie clarificată în vederea automatizării tratamentului termic o constituie modul de acces al aburului în camerele de aburire sau în tiparele încălzitoare, precum şi locurile cele mai adecvate în care să se facă urmărirea şi înregistrarea centralizată a parametrilor, astfel încît să se asigure un regim de tratare corespunzător. În figura 1 se indică cele patru variante posibile de admisie-evacuare a aburului din camerele de aburire.

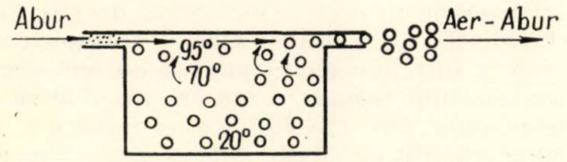
În varianta *a*, în care admisia şi evacuarea se fac pe la partea inferioară a camerei, aburul intrat în cameră, fiind mai uşor decît aerul,



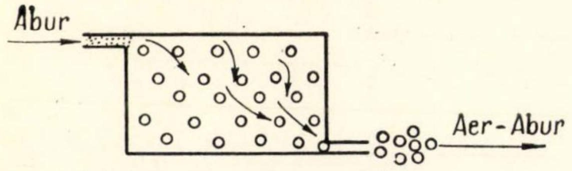
a Admisie jos - evacuare jos



b Admisie jos - evacuare sus



c Admisie sus - evacuare sus



Admisie sus - evacuare jos

Fig. 1. Variante de admisie-evacuare a aburului la camera de aburire

tinde să se ridice spre plafon și se amestecă cu aerul din cameră. Prin contactul cu pereții reci ai camerei, amestecul abur-aer se răcește și se creează astfel curenți descendenți, realizîndu-se o continuă circulație a amestecului, pînă la uniformizarea temperaturii, precum și o evacuare sistematică a amestecului de abur-aer și deci umplerea camerei cu abur saturat. Este o schemă care permite o încălzire rațională a camerei pînă la o temperatură de 100°C.

În varianta *b*, în care admisia este în partea inferioară și evacuarea la partea superioară, amestecul de abur-aer se ridică pînă la plafonul camerei, cu posibilitatea de a fi evacuat pe sus, pe cînd la partea inferioară rămîn perne mari de amestec mai rece, a cărui încălzire, antrenare și evacuare se realizează mult mai greu. Nu este o schemă rațională de admisie-evacuare.

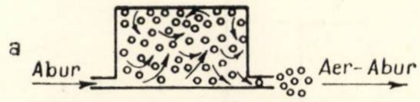
În varianta *c*, admisia și evacuarea făcîndu-se pe la partea superioară a camerei, se formează o circulație de amestec aer-abur între punctul de admisie și punctul de evacuare, în timp ce la partea inferioară, o masă mare de aer rece este în completă stagnare. Este schema cea mai nerațională și total contraindicată.

În sfîrșit, varianta *d*, prin admisia aburului la partea superioară și evacuarea lui pe la partea inferioară, permite o circulație oarecare a amestecului abur-aer, dar nu asigură o circulație rațională a acestuia, în special în colțurile camerei. Dacă, însă, această schemă este combinată cu schema din varianta *a*, se obține cel mai eficient mod de admisie-evacuare a aburului în camerele de aburire, realizîndu-se tratarea termică în abur saturat, la presiune atmosferică și temperatură de 100°C.

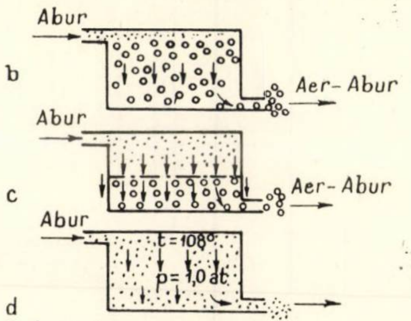
În figura 2 *a* se arată modul de încălzire a camerei de aburire la presiunea atmosferică în abur saturat. Încălzirea camerei pînă la o temperatură de 95°C se face printr-o schemă de admisie-evacuare jos-jos, după care se trece la o schemă sus-jos. Aburul pur care intră în cameră în timpul celei de a doua scheme este mai ușor decît amestecul abur-aer existent în cameră și se va răspîndi uniform pe întreaga suprafață a camerei (fig. 2 *b*, *c*), fără să se amestece cu amestecul abur-aer, care, fiind mai greu, se va lăsa în jos și va ieși prin conducta de evacuare. Se ajunge astfel ca întreaga cameră să fie complet umplută cu abur saturat (fig. 2 *d*). Se menționează că în cameră trebuie menținută o suprapresiune de 1,5—2 mm coloană de apă, pentru a se împiedica formarea vacuumului la partea inferioară, care favorizează intrarea aerului în cameră (fig. 2 *e*).

Din analizarea celor patru scheme de admisie-evacuare rezultă că, exceptînd camera de aburire la presiunea atmosferică și abur saturat, realizată prin îmbinarea judicioasă a schemelor

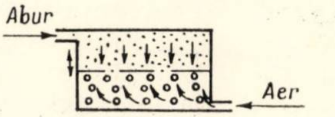
Fig. 2. Modul de încălzire a camerei de aburire și abur saturat la presiunea atmosferică



Încălzirea camerei de aburire avînd admisia și evacuarea la partea inferioară pînă la temperatura de 95 °C



Încălzirea camerei de aburire cu admisie la partea superioară și evacuarea la partea inferioară după ce temperatura a atins 95 °C



de admisie-evacuare din variantele *a* și *d*, în camerele de aburire în diverse puncte sînt temperaturi diferite, în special la ridicarea și coborîrea temperaturii din cameră. Aceste observații duc la concluzia că nu este rațional să se măsoare temperatura în diverse puncte ale camerei de tratare, acest sistem de măsurare nereflectînd în modul cel mai just evoluția temperaturii în camera de tratare. În urma mai multor încercări s-a ajuns la concluzia că este mai rațional să se măsoare temperatura condensului evacuat din cameră. Temperatura condensului care se evacuează din cameră caracterizează degajarea medie de temperatură a aburului în tot spațiul camerei și nu este condiționată de anumite puncte ale camerei de tratare. Cu atît mai indicată este urmărirea temperaturii condensului în cazul tratării în tipare încălzitoare, unde tratarea se face în stiva de tipare și unde reglarea nu se poate face pentru fiecare tipar în parte.

III. AUTOMATIZAREA TRATAMENTULUI TERMIC ÎN CAMERE DE ABURIRE

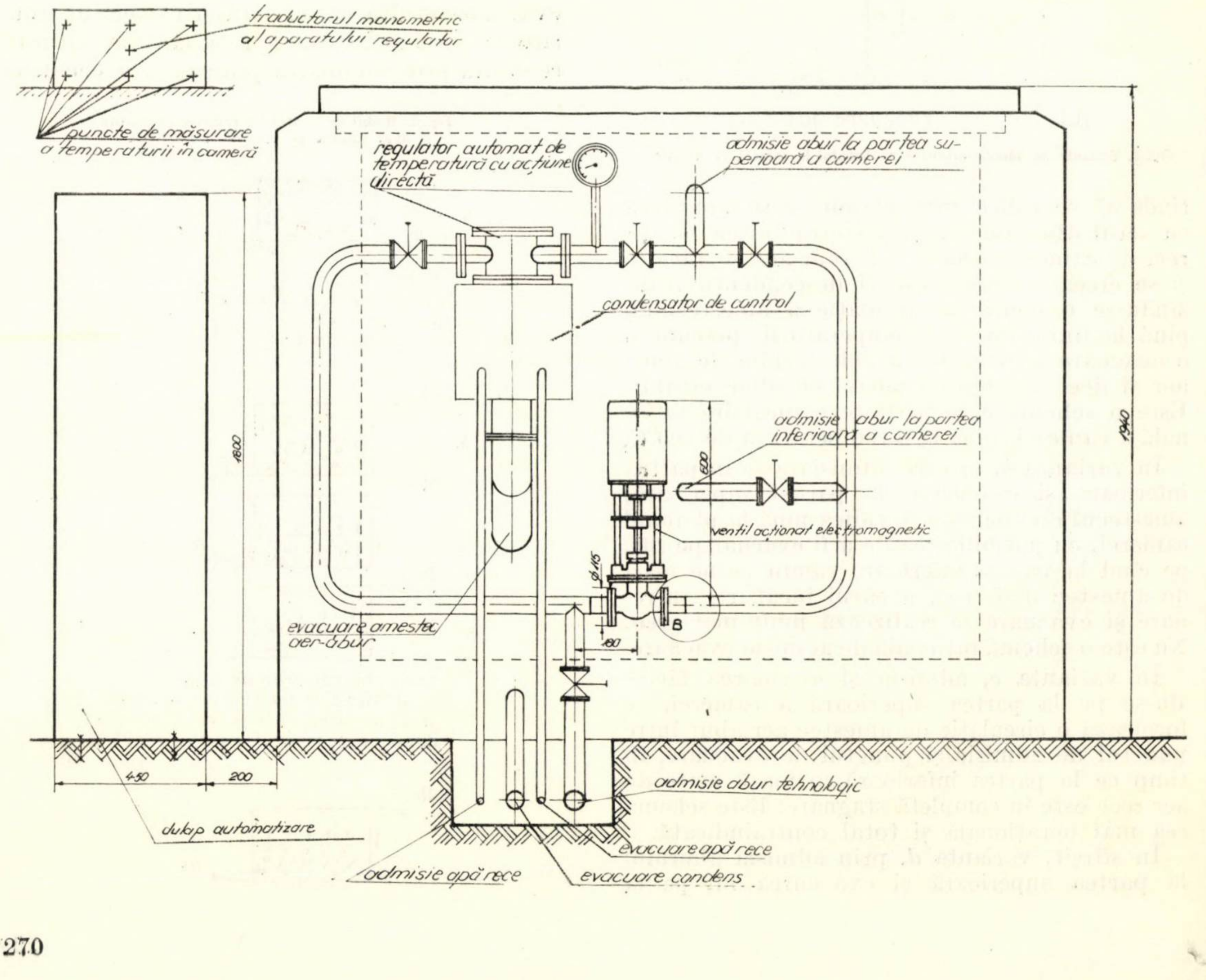
În cadrul experimentărilor efectuate la INCERC, automatizarea tratamentului termic în camere de aburire s-a făcut prin două sisteme: o automatizare integrală a tuturor duratelor regimului de tratare și o automatizare parțială, la care se asigură numai automatizarea duratei de izotermie, în timp ce durata de ridicare și coborîre a temperaturii se controlează și se reglează manual.

III. 1. Instalații de automatizare integrală a tratamentului termic în camere de aburire

La INCERC s-a experimentat o instalație de automatizare integrală a tratamentului termic în camere de aburire, automatizare care a avut la bază folosirea unui regulator automat de temperatură după program de fabricație italiană (Termorid), ca dispozitiv de comandă, precum și un ventil electromagnetic de fabricație sovietică, ca dispozitiv de execuție. Proiectul instalației a fost elaborat de IPA pe baza unei teme de proiectare elaborată de INCERC.

Instalația de automatizare a tratamentului termic a fost concepută pentru automatizarea tratamentului termic în camera de aburire experimentală din INCERC, executată din beton de granulit de 25 cm. Introducerea aburului în cameră se poate face, atît pe la partea inferioară, cît și pe la partea superioară, iar evacuarea numai pe la partea inferioară a camerei.

Fig. 3. Automatizarea tratamentului termic în camere de aburire

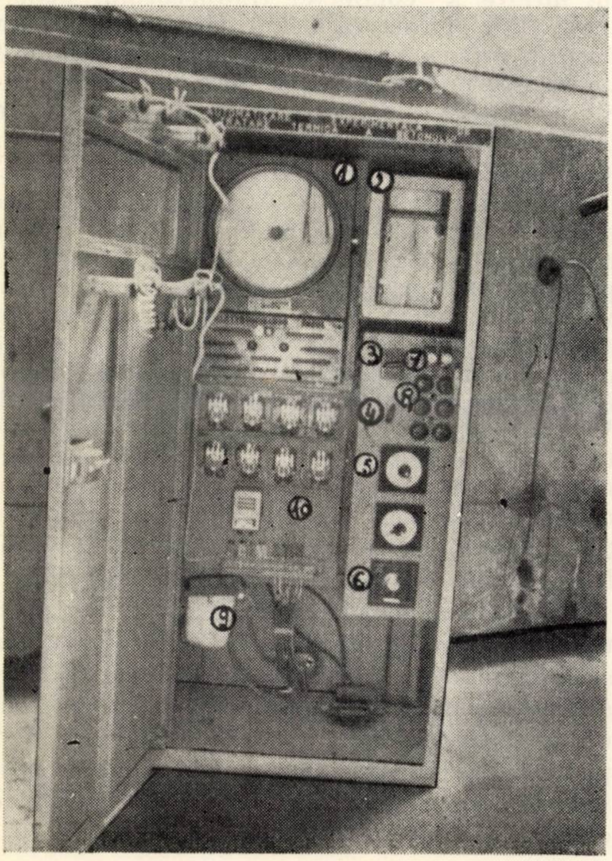

traductorul manometric
al aparatului regulator
puncte de măsurare
a temperaturii în cameră
regulator automat de
temperatură cu acțiune
directă
admisie abur la partea superioară a camerei
condensator de control
admisie abur la partea
inferioară a camerei
600
1800
1940
ventil acționat electromagnetic
ϕ 115
B
180
evacuare amestec
aer-abur
450
200
admisie abur tehnologic
dulap automatizare
evacuare apă rece
admisie apă rece
evacuare condens

În figura 3 se indică schematic instalaţia de automatizare a tratamentului termic în camera eperimentală din INCERC; sînt montate atît dulapul de automatizare integrală, cît şi regulatorul automat de temperatură cu acţiune directă pentru automatizarea parţială a duratei de izotermie.

Întreaga instalaţie de automatizare integrală a fost inclusă într-un pupitru de comandă (fig. 4). În acest pupitru se găsesc aparatul electronic de comandă automată *1* şi logometrul înregistrator pentru şase puncte de măsurare a temperaturii cu ajutorul termorezistenţelor *2*. Pupitrul este prevăzut cu un contact de manevrare automată sau manuală a instalaţiei *3* şi un contact de punere sub tensiune *4*. În schemă sînt prevăzute siguranţe *7* şi rezistenţe de compensare *8*. Pupitrul cuprinde, de asemenea, o serie de relee electrice *10* şi un redresor cu seleniu pentru acţionarea ventilului electromagnetic *9*.

Întrucît aparatul electronic de programare automată nu permite programarea decît numai pentru un interval de 8 ore, în cazul în care tratamentele termice se întind pe o perioadă de timp mai mare de 8 ore (caz destul de frecvent în producţie) este necesară o posibilitate de prelungire a acestei perioade de timp. Instalaţia permite acest lucru prin introducerea în schemă a unui programator *6*, care îngăduie mărirea perioadei de timp de la 8 la 16 ore. Funcţionarea programatorului este posibilă numai prin introducerea în schemă şi a unui releu de temporizare *5*. Aparatul regulator urmăreşte şi înregistrează temperatura cu ajutorul unui traductor manometric de temperatură (fig. 5), al cărui lichid, dilatîndu-se, comandă două palpatoare metalice, care urmăresc curba de temperatură programată. Curba de temperatură se trasează cu un creion de grafit moale pe o diagramă de hîrtie (fig. 10), iar urma de grafit trasată pe hîrtie constituie un circuit electric. Cînd temperatura din cameră sau din tipare creşte şi tinde să depăşească temperatura programată, unul din palpatoare atinge curba trasată cu grafit şi comandă în acest fel dispozitivului de execuţie închiderea conductei de admisie a aburului. Cînd temperatura din cameră scade şi tinde să iasă din domeniul programat, celălalt palpator atinge curba, şi în acest fel comandă dispozitivului de execuţie deschiderea conductei de abur.

Fig. 4



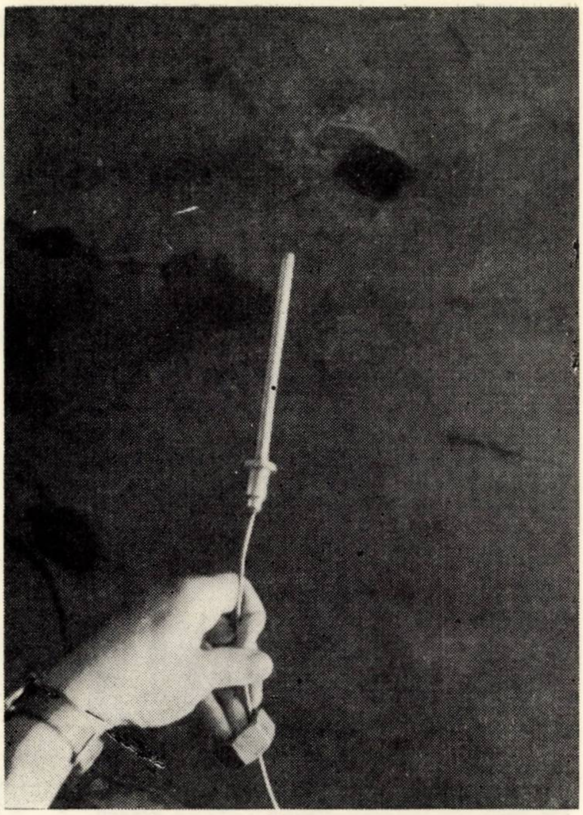


Fig. 5

În cazul în care ciclul de tratare termică depăşeşte 8 ore este necesar, deci, să se includă în schemă un releu de temporizare şi un programator. În acest scop, pe diagrama trasată pe hîrtie, în porţiunea de izotermie, se trasează o linie subţire, perpendiculară pe curbă, care se prelungeşte pînă la centrul hîrtiei (fig. 10 *c*). În momentul în care cele două ace ale palpatorului de urmărire a curbei de temperatură ating simultan linia perpendiculară pe curbă, prin desfacerea unui contact se întrerupe circuitul electromotorului şi diagrama se opreşte. Durata impulsului de comandă este stabilită prin releul de timp şi se poate regla în limitele

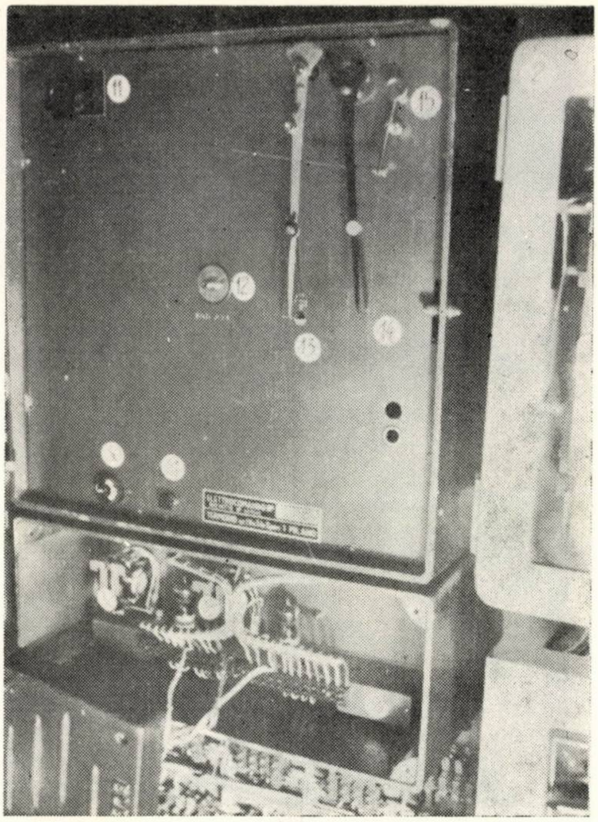


Fig. 6

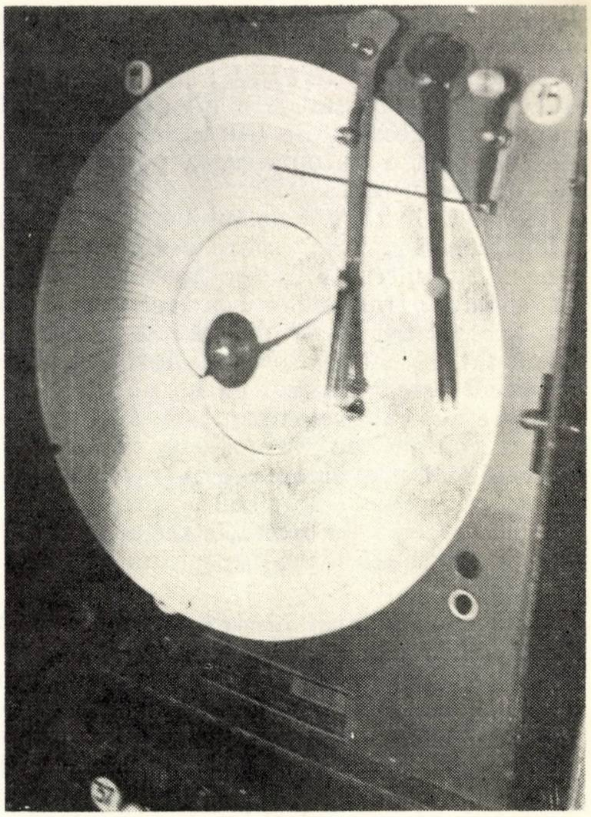


Fig. 7

0—100 secunde, adică timpul cît este necesar ca acele palpatorului să depășească linia trasată cu creionul. Durata de timp în care motorul este oprit și diagrama nu se rotește este fixată de programator între 1—8 ore. După expirarea duratei impuse se deconectează releul și motorașul se pune din nou în funcțiune, pentru a se urmări răcirea camerei după programul stabilit.

În figura 6 este arătat aparatul de pe care s-a scos diagrama; se văd cele două palpatoare *13* care delimitează curba de temperatură și care comandă deschiderea și închiderea ventilului, cele două palpatoare pentru programarea orară *14*, care în schema actuală nu funcționează, butonul de reglare a temperaturii *11*, care prin rotirea lui duce la modificarea poziției palpatoarelor *13*, permițînd în acest fel o etalonare a aparatului, pîrghia *15* care ridică brațele pentru a permite rotirea diagramei, și un releu electric *30*, care permite conectarea aparatului la diferite voltaje. În partea inferioară este arătată (demontată) partea electronică a aparatului; se observă cele două relee electrice *32* și *33* montate pe șasiul *34*, precum și cele două tuburi electronice cu catod rece L_1 și L_2. Pe capacul acestei părți electrice sînt montate trei becuri, care se aprind în momentul funcționării aparatului, la conectarea releelor, deci la închiderea sau deschiderea ventilului electromagnetic.

În figura 7 se arată același aparat cu diagrama montată; se observă cele două palpatoare care încadrează curba de temperatură. Se arată de asemenea diagrama trasată cu creionul. În figura 8 se arată aparatul cu capacul demontat. Se observă motorul electric care acționează rotirea diagramei *24*, punctul de intrare a conductei traductorului manometric *28*, spirala cu lichid care prin dilatare duce la rotirea palpatoarelor *25*, tija metalică *27* care permite reglarea temperaturii prin mișcarea relativă a palpatoarelor, butonul *26* care permite modificarea poziției palpatoarelor și un transformator de tensiune *29*.

Instalația experimentată asigură urmărirea curbei de temperatură, reglînd debitul de abur care se introduce în camera de tratare termică, prin intermediul dispozitivului de acționare (un ventil electromagnetic SVV; fig. 9). Ventilul electromagnetic este prevăzut cu două bobine care, comandate succesiv de regulatorul automat, asigură deschiderea și închiderea supapei. Ventilul este de asemenea prevăzut cu un sistem mecanic de închidere și deschidere acționat manual. Aceste ventile prezintă o serie de deficiențe care duc la scoaterea lor din funcțiune. Se consideră de aceea mult mai indicată folosirea unor ventile de fabricație Termorid.

În vederea urmăririi simultane a temperaturilor în mai multe puncte ale camerei, instalația este prevăzută cu un logometru înregistrator pentru șase puncte. Temperatura este urmărită cu ajutorul unor termorezistențe. S-au plasat trei termorezistențe la partea inferioară și trei la partea superioară, cîte una la capetele camerei și una la mijloc.

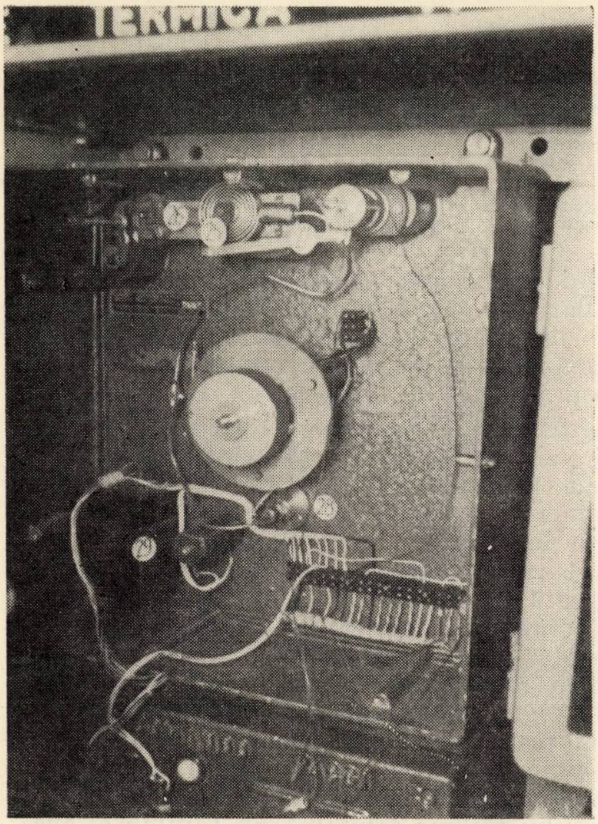


Fig. 8

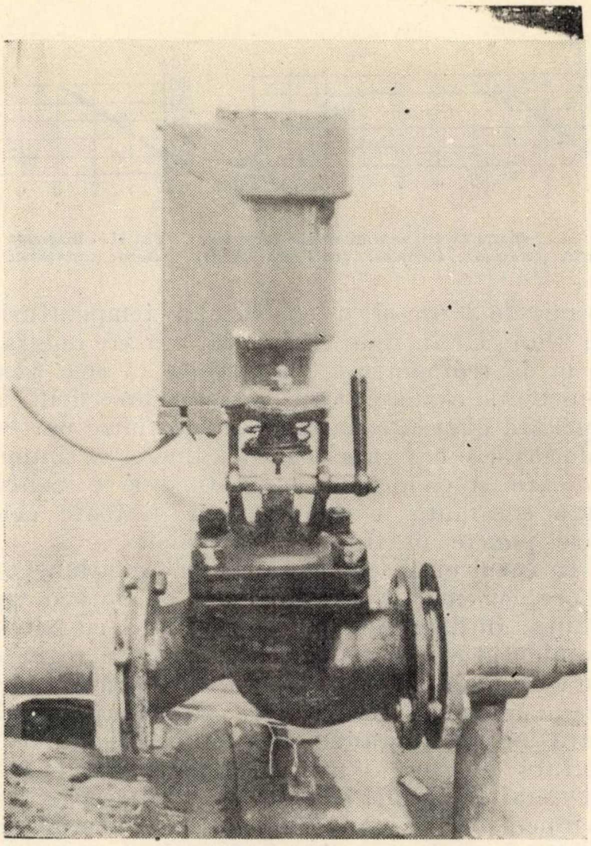
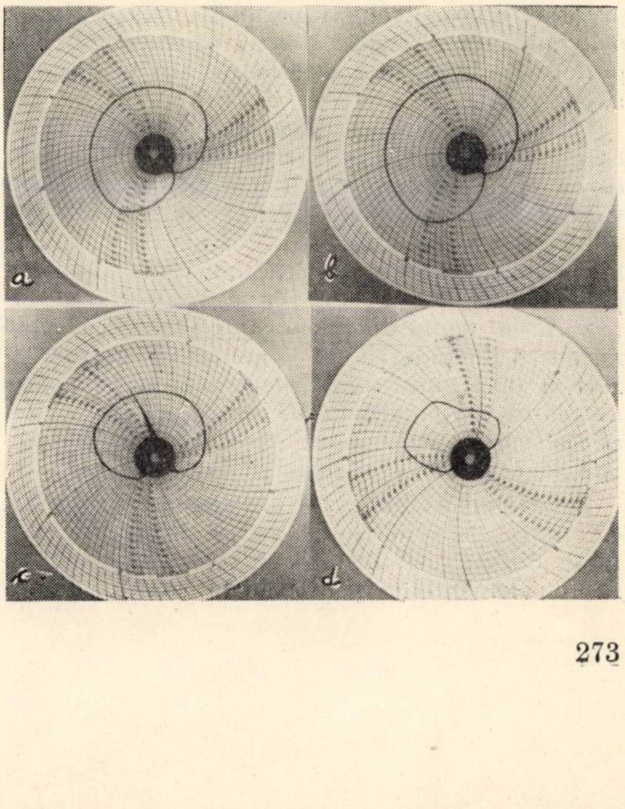


Fig. 9

Experimentările au constat în realizarea unor tratamente termice în camera de aburire din INCERC, cu respectarea a diverse regimuri de tratare termică. S-a experimentat regimul de tratare cu izotermie la 60, 80 şi 100°C şi cu diverse durate de ridicare şi coborîre a temperaturii. În figura 10 sînt arătate diagramele pe care s-au trasat cu creionul curbele corespunzătoare regimurilor de tratare termică preconizate, iar în figura 11 sînt trasate diagramele de temperatură obţinute prin înregistrările temperaturilor în cele şase puncte ale camerei de tratare. De exemplu, în figura 10 *a* se arată diagrama unui tratament termic în camera de aburire, cu ridicarea temperaturii de la 20 la 80°C în timp de 2 ore, o izotermie de 4 ore la 80°C şi o coborîre a temperaturii de 2 ore. Diagrama corespunzătoare a temperaturilor înregistrate în camera de aburire se poate vedea în figura 11 *a*. Se constată că temperatura în camere evoluează în conformitate cu regimul de tratare termică preconizat, temperatura urcînd constant de la 20 la 80°C. La ridicarea temperaturii se constată o mică diferenţă de temperatură între partea superioară a camerei de aburire şi partea inferioară. La izotermie, temperaturile în camera de aburire se egalizează, respectîndu-se cu stricteţe temperatura programată. La coborîrea temperaturii, regimul de tratare nu mai poate fi respectat cu stricteţe, întrucît în această perioadă, deşi regulatorul automat de temperatură după program Termorid a comandat închiderea ventilului, temperatura nu poate scădea în măsura cerută de regimul de tratare. Rezultă, deci, că pentru respectarea cu stricteţe a regimului de tratare termică şi pentru a se evita şocul la care sînt supuse elementele prefabricate la scoaterea din camera de tratare (de circa 40—60°C) este necesară o evacuare a aburului din cameră prin acţionarea unui exhaustor, operaţie care poate fi de asemenea automatizată.

În figura 10 *b* se arată diagrama unui tratament termic cu ridicarea temperaturii de la 20 la 100°C în timp de 3 ore, o durată de izo-

Fig. 10



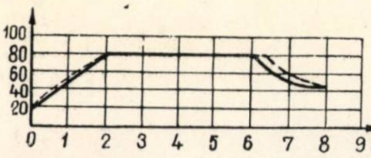


Fig. 11 *a*. Diagrama temperaturilor din camera de aburire (corespunde diagramei din figura 10 *a*).

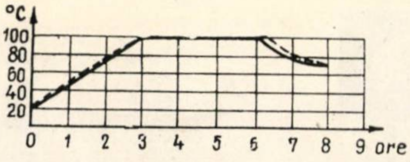


Fig. 11 *b*. Diagrama temperaturilor in camera de aburire (corespunde diagramei din figura 10 *b*).

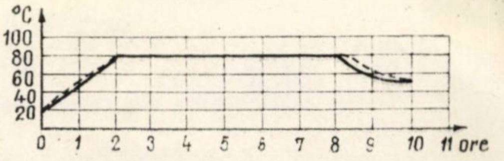


Fig. 11 *c*. Diagrama temperaturilor in camera de aburire (corespunde diagramei din figura 10 *c*)

termie de 3 ore și o coborîre a temperaturii de 2 ore, iar în figura 11 *b* sînt trasate diagramele de temperatură înregistrate în cele șase puncte ale camerei. Ca și în cazul precedent se constată diferențe de temperatură între partea inferioară și cea superioară a camerei în timpul ridicării și coborîrii temperaturii și o menținere constantă a temperaturii în toate cele șase puncte în timpul izotermiei.

În cazul unui tratament termic mai lung de 8 ore, schema de automatizare prezintă o variantă. În diagrama din figura 10 *c*, cu corespondentul ei din figura 11 *c*, se arată regimul de tratare de 10 ore. În acest caz intră în funcțiune releul de temporizare și programatorul, care fac ca diagrama să se oprească, iar pe o durată de timp fixată de programator (4 ore în cazul diagramei din fig. 11 *c*) să se păstreze temperatura de izotermie numai prin mișcarea relativă a palpatoarelor, în funcție de temperatura din cameră. După trecerea timpului fixat de programator se continuă rotirea diagramei și palpatoarele urmează mai departe curba temperaturilor pe diagrama trasată cu grafit.

În figura 11 *d* se arată o diagramă de temperatură Termorid cu două durate de izotermie la 50 și la 80°C. Se constată că, practic, este posibilă realizarea oricărui regim de tratare.

Instalația de automatizare, sub forma în care a fost realizată în INCERC, permite (eventual cu unele modificări ușor de executat) să se reanalizeze automatizarea oricărui regim de tratare termică, în diferite condiții. Astfel, se permite realizarea oricărui regim de tratare cu durata pînă la 16 ore (exclusiv perioada de așteptare), prin admisia aburului numai printr-un singur punct (pe la partea inferioară sau pe la cea superioară).

În cazul în care este necesar ca admisia aburului să se facă pe la partea inferioară la ridicarea temperaturii, iar la izotermie să se introducă abur pe la partea superioară a camerei, în acest fel realizîndu-se o cameră de tratare la presiune atmosferică cu abur saturat și temperatura de 100°C, dar cu automatizarea integrală a regimului de tratare termică, este necesară includerea în schema de automatizare a încă unui ventil electromagnetic, care, amplasat pe conducta de admisie a aburului pe la partea superioară a camerei, să fie acționat o dată ce se ajunge la izotermie.

De asemenea, în cazul în care existența unei diferențe prea mari de temperatură între camera de răcire și mediul exterior duce la fisurarea elementelor prefabricate, ca urmare a șocului termic, este posibilă introducerea unei ventilări a camerei prin includerea unui ventilator în schema de automatizare, a cărui funcționare să fie de asemenea comandată de regulatorul automat de temperatură după program.

Pentru a se evita importul aparatelor de reglare, s-a comandat la IPA întocmirea unui proiect pentru o instalație de automatizare a tratamentului termic în camere de aburire și tipare încălzitoare, care să folosească numai aparatură fabricată în țară. Această aparatură destinată unui proces termic complex este mult mai complicată decît regulatorul experimentat și în plus este și mai dificil de lucrat cu ea. Pe cînd la regulatorul experimentat trecerea de la un regim de tratare la altul se face cu ușurință, prin simpla schimbare a diagramei pe care regimul este trasat cu creionul, la instalația cu aparatură românească, pentru schimbarea regimului trebuie schimbat un tambur al aparatului pe care curba de temperatură este înfășurată sub forma unui lănțișor metalic. Se menționează de asemenea că aparatura este numai parțial fabricată în R. S. România, elementele esențiale electronice fiind importate.

III. 2. Instalația de automatizare parțială a tratamentului termic în camera de aburire

Automatizarea parțială a tratamentului termic se aplică în special la camera de aburire la presiunea atmosferică și abur saturat la care modul de admisie și evacuare a aburului a fost arătat în capitolul II. Această cameră a fost experimentată și introdusă în producție de un colectiv de cercetători din U.R.S.S. condus de prof. Semenov. Automatizarea constă în folosirea unui regulator de temperatură cu acțiune directă, bazat pe deschiderea sau închiderea orificiului de admisie a aburului de către o supapă acționată de presiunea dezvoltată de fierberea unui lichid introdus într-o țeavă care vine în contact cu temperatura din camera de tratare. Este regulatorul folosit în mod curent la echiparea camerelor de tratare la presiune atmosferică și abur saturat de tip Semenov. Această instalație se bazează pe o serie de dispozitive de execuție simplă, ca : clapetă hidraulică, condensator de control și regulator automat cu acțiune directă de tipul RPD—S—II.

Clapeta hidraulică (fig. 12) este destinată menținerii suprapresiunii minime în camere, constituind o rezistență locală de maximum

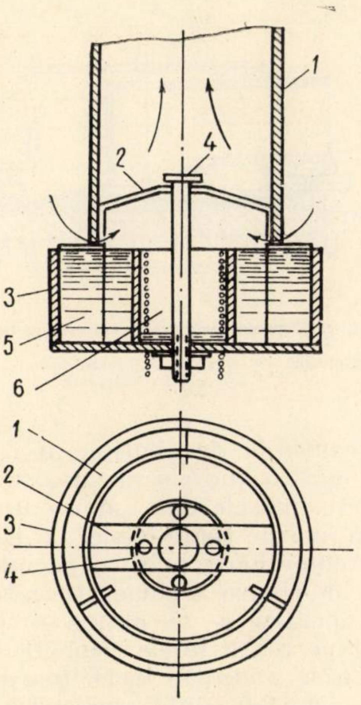


Fig. 12. Clapetă hidraulică

1. conducta de retur; *2* — scoabă; *3* — pahar; *4* — bold de fixare; *5* — inelul exterior al paharului; *6* — cilindru interior

6—10 mm coloană apă şi împiedicînd în acest fel pătrunderea aerului rece provenit din eventuale mici variaţii de presiune. Clapeta funcţionează în felul următor: condensul se scurge pe pereţii conductei de retur *9* şi umple inelul exterior al paharului, centrul paharului avînd fundul perforat şi fiind în contact cu conducta de canalizare. Prisosul condensatului se revarsă peste marginile paharului şi se scurge la canal. Între nivelul apei din pahar şi marginea de jos a conductei de retur se creează o fantă circulară prin care se elimină amestecul de abur-aer sau de abur pur. Deschiderea acestei fante este în funcţie de diferenţa de presiune din cameră şi conducta de retur. Cînd presiunea din cameră creşte, nivelul apei din pahar scade şi — evacuîndu-se o cantitate mai mare de amestec abur-aer — se produce o restabilire a echilibrului.

Condensatorul de control funcţionează pe baza următoarei scheme (fig. 13 *a*): în interiorul unui recipient *1* este amplasată o serpentină *2* prin care circulă apa rece. Aburul, în partea superioară a recipientului, în contact cu ţeava rece, condensează şi se scurge pe la partea inferioară a recipientului. Dacă se măreşte admisia aburului, linia *0—0* se deplasează în jos; se măreşte suprafaţa de contact între abur şi serpentină şi deci se măreşte cantitatea de condens. Deci, prin deplasarea liniei *0—0* se poate controla debitul de abur care intră în încăpere.

În figura 13 *b* se arată condensatorul de control, care se montează pe conducta de retur. Serpentina se leagă la reţeaua de apă la partea inferioară şi deci apa circulă de jos în sus. Termometrul de control se montează la partea superioară a recipientului.

Regulatorul automat cu acţiune directă se montează pe condensatorul de control (fig. 13 *b*) şi reglează admisia aburului în cameră prin conductele superioare. Principiul de funcţionare al regulatorului automat constă în deschiderea sau închiderea orificiului de admisie a aburului prin intermediul unei diafragme acţionate de vapori de alcool metilic, cu punct de fierbere de 64,70°C. Variaţia liniei *0—0* de la condensatorul de control duce la încălzirea sau răcirea alcoolului metilic închis într-o ţeavă groasă amplasată între spirele 4—5 ale condensatorului şi prinsă de regulator printr-o ţeavă subţire. Regulatorul asigură ridicarea temperaturii de la 92 la 100°C şi împiedică scăderea temperaturii sub 100°C, avînd o inerţie termică foarte mică.

Automatizarea parţială de acest gen a fost experimentată în INCERC în anul 1966 *, la camera de aburire fără presiune, la temperaturi de 80 şi 100°C şi abur saturat. Rezultatele experimentărilor au fost foarte bune, tratarea termică în aceste condiţii ducînd la reducerea consumului de abur, reducerea regimului de tratare şi obţinerea unor produse de calitate superioară.

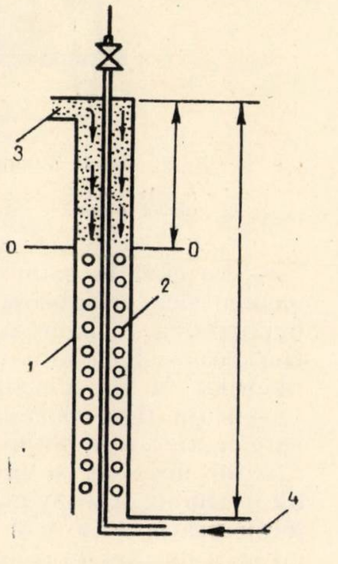


Fig. 13 *a*. Schema de funcţionare a condensatorului de control

1 — manta de protecţie; *2* — serpentină cu apă rece; *3* — abur pur; *4* — apă rece; *0 — 0* — linia de demarcaţie între abur pur şi amestecul de abur-aer

IV. AUTOMATIZAREA TRATAMENTULUI TERMIC ÎN TIPARE ÎNCĂLZITOARE

Tratamentul termic aplicat în vederea accelerării întăririi betonului în tehnologiile de execuţie a elementelor prefabricate cu tipare încălzitoare prezintă cîteva caracteristici specifice, în comparaţie cu tratamentul termic în camere de aburire:

---

* Experimentările au fost efectuate de un colectiv format din ing. Mihail Traubici, ing. Dan Manari şi ing. Mihail Stancu şi publicate în nr. 12/1967 din Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii.

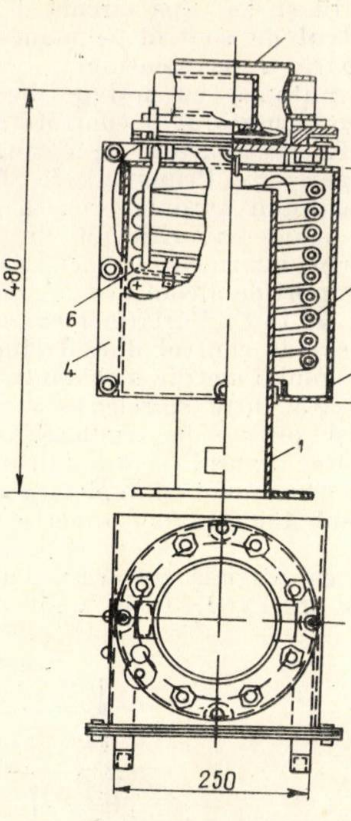


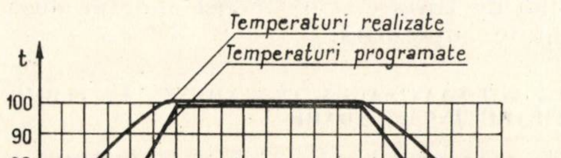
Fig. 13 *b*. Condensator de control

1 – racord; *2* – cutie; *3* – regulator automat RPD-S-11; *4* – capătul frontal; *5* – serpentină; *6* – țeava groasă de cupru a regulatorului RPD-S-11

— Pe cînd la camerele de aburire, tratarea elementelor prefabricate se face în bloc, prin depozitarea în cameră, la tiparele încălzitoare tratarea se face individual, fiecare tipar fiind racordat la un distribuitor de abur.

— Dată fiind posibilitatea redusă de evaporare a apei din betonul turnat în tiparul încălzitor acoperit și întrucît dilatarea betonului în timpul tratamentului este în mare măsură împiedicată, este mai puțin importantă delimitarea duratei de ridicare a temperaturii sau a duratei de coborîre a temperaturii. În acest caz, elementul esențial este cantitatea de căldură acumulată de elementul prefabricat în timpul întregului regim de tratare.

Fig. 14. Diagrama temperaturilor în casetele încălzitoare experimentale



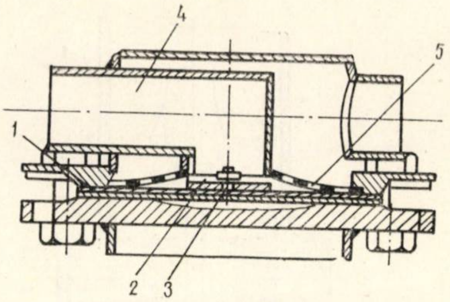


Fig. 13 *c*. Regulator automat de temperatură tip RPD-S-11

1 – diafragmă de cauciuc; *2* – șaibă specială; *3* – bolț; *4* – cot; *5* – con găurit

— În camerele de aburire, în cazul în care se efectuează o judicioasă admisie a aburului în încăpere, piesele sînt supuse unei temperaturi uniforme pe toate fețele. La tiparele încălzitoare trebuie luate măsuri speciale și admisia aburului în tipare trebuie studiată și experimentată pentru a se obține o temperatură uniformă pe toate fețele elementului.

— Tiparele metalice încălzitoare, dată fiind execuția pereților dubli necesari pentru circulația aburului, sînt construcții metalice pretențioase și costisitoare, care își au justificarea folosirii lor numai în cazul în care se face o reutilizare rapidă în procesul de producție. Privind din acest punct de vedere și ținînd seama și de avantajele de etanșeitate ale tiparelor care duc la micșorarea evaporării apei și împiedicarea dilatării, rezultă că în cazul folosirii tiparelor încălzitoare, durata regimului de tratare poate fi mult redusă în comparație cu cea din camerele de aburire.

De toate aceste particularități ale tratamentului termic al elementelor prefabricate în tipare încălzitoare trebuie ținut seamă la elaborarea unei automatizări parțiale sau integrale a tratamentului termic.

Datorită dificultății de a uniformiza temperatura pe toate fețele elementelor tratate, alegerea parametrului ce urmează a fi reglat, precum și a locului unde trebuie înregistrat parametrul respectiv, este dificilă. În ceea ce privește locul unde trebuie citită valoarea temperaturii controlate, la tipare încălzitoare este mai evidentă necesitatea de a se efectua controlarea temperaturii condensului, ea reprezentînd o medie a tuturor temperaturilor înregistrate pe diverse fețe ale elementului și în diferite puncte de pe aceste suprafețe.

IV.1. Instalația de automatizare integrală a tratamentului termic în tipare încălzitoare

La automatizarea tratamentului termic în tipare încălzitoare s-a folosit instalația de automatizare de la camera de aburire, care a fost adoptată pentru reglarea temperaturii după program la tipare încălzitoare. Instalația a fost amenajată pe lîngă un set de șase tipare-casete

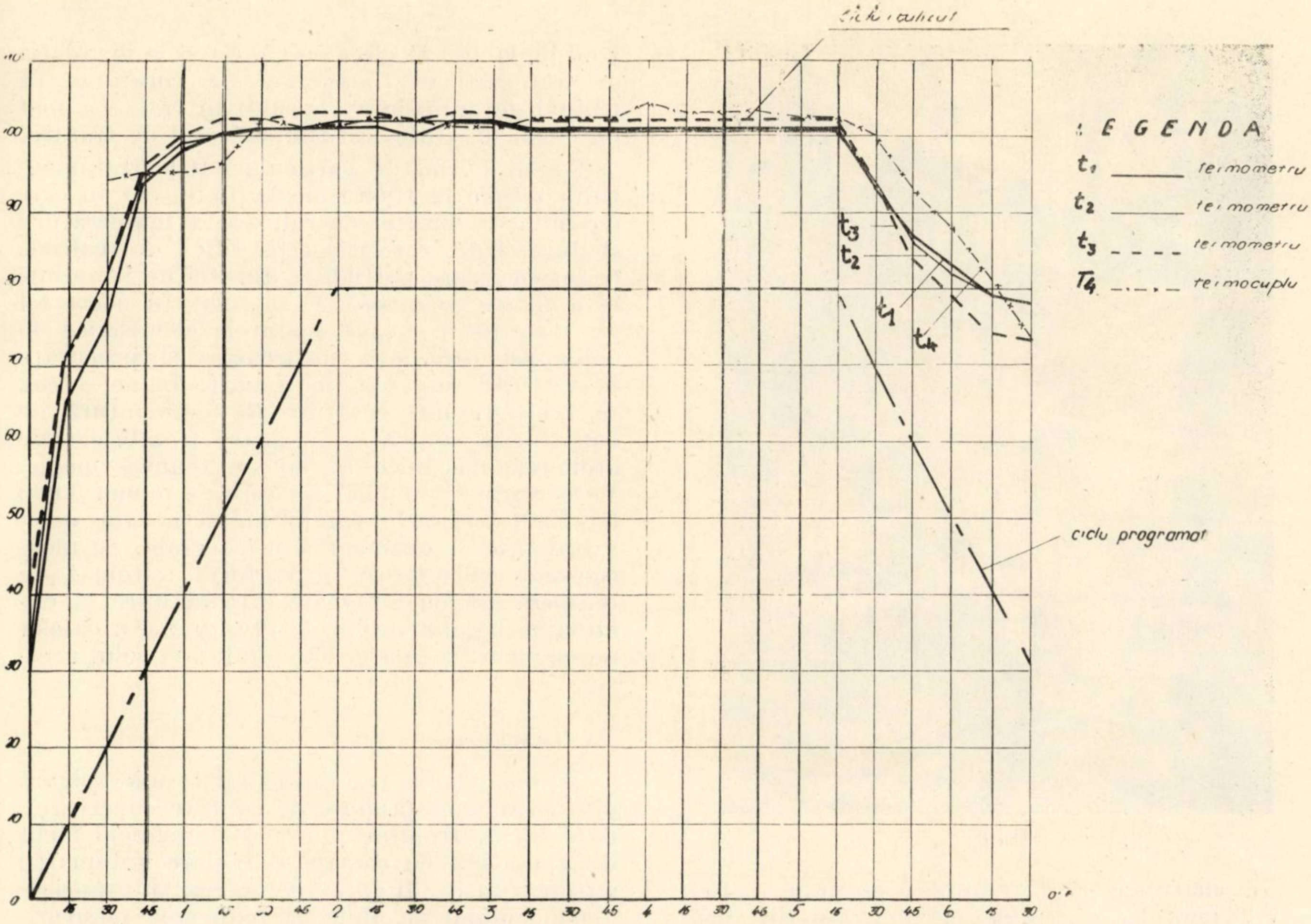


Fig. 15. Variația temperaturii în perna de abur la partea superioară, la mijloc și în zona inferioară

experimentale încălzitoare. Cele șase casete sînt alimentate cu abur de la un distribuitor comun, iar evacuarea aburului în exces și a condensului se face de asemenea printr-un colector, comun pentru cele șase casete, care este legat la o oală de condens.

În vederea automatizării tratamentului termic, o primă problemă care trebuia clarificată este cea a locului în care trebuie amplasat traductorul manometric al aparatului de reglare automată după program Termorid. Avînd în vedere existența unor stive de tipare încălzitoare, cărora li se aplică concomitent același tratament termic, s-a arătat că este indicat ca urmărirea temperaturii, pe baza căreia urmează a se face programarea automată a regimului de tratare, să se facă în condensul evacuat din casetele încălzitoare. Pentru aceasta s-au făcut măsurători de temperatură în diverse puncte ale casetelor și în regiunea oalei de condens, pentru a se vedea care este cel mai indicat punct în care să se introducă traductorul manometric al aparatului Termorid. Din compararea acestor temperaturi a reieșit cu claritate că temperaturile din mantaua tiparului încălzitor și din aburul care intră în oala de condens sînt practic egale, astfel că s-a decis introducerea traductorului manometric al aparatului Termorid în acest punct.

În cursul experimentărilor instalației de automatizare a tratamentului s-a constatat buna funcționare, care, ca și la camerele de aburire, permite închiderea și deschiderea admisiei aburului în funcție de temperaturile înregistrate în mantaua încălzitoare a tiparelor. S-a constatat că, datorită volumului mic ocupat de aburul tehnologic în cămașa tiparului, nu se poate respecta cu strictețe perioada de ridicare a temperaturii, cantități mici de abur admise în tipare ducînd la creșterea temperaturii peste temperatura programată. În figura 14 se arată diagrama temperaturilor înregistrate în mantaua încălzitoare a tiparelor; se constată că există, în special în perioada de ridicare a temperaturii, diferențe între temperatura programată și temperatura realizată în tipare. Același lucru s-a remarcat și la liniile tehnologice de producție a panourilor mari de la I.P.-Militari, unde temperaturile măsurate în casete au arătat că perioada de creștere a temperaturii este numai de 45′, față de 2 h cît era programată (fig. 15).

În cursul experimentărilor, din lipsa unui debitmetru corespunzător, nu s-au putut efectua măsurători ale aburului tehnologic consumat. S-au făcut totuși cronometrări ale timpului în care ventilul instalației a fost deschis și închis. S-a constatat că, în cazul experimentărilor cu cele șase casete, timpul în care ventilul a fost deschis reprezintă numai 30—40% din timpul total de tratare. Rezultă că, față de situația tratamentului termic fără

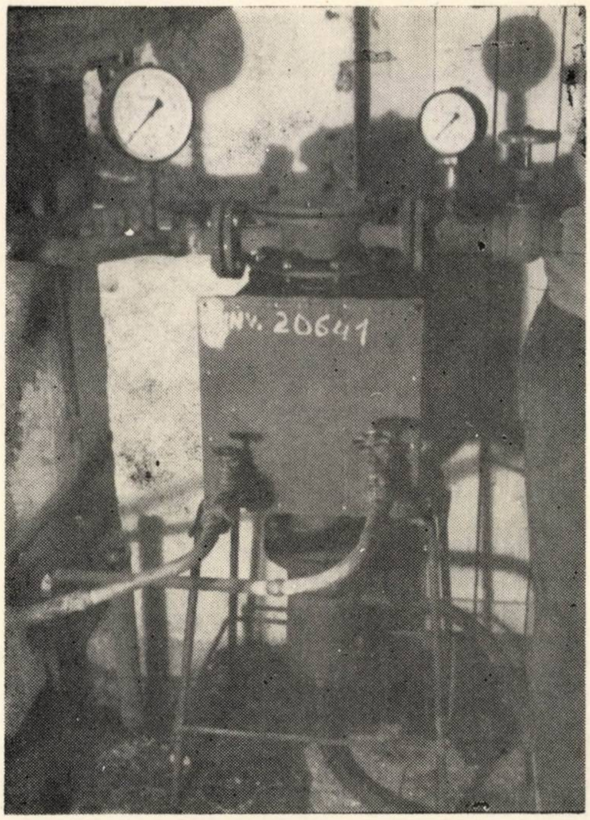


Fig. 16

automatizare, la care admisia aburului se face continuu la o presiune de 0,5 atm, în cazul automatizării tratamentului termic în tipare încălzitoare se face o economie substanțială de abur.

IV. 2. Instalația de automatizare parțială a tratamentului termic în tipare încălzitoare

Instalația de automatizare parțială a tratamentului termic aplicat betoanelor confecționate în tipare încălzitoare a fost amplasată de asemenea pe lîngă un grup de șase casete încălzitoare și este aceeași instalație care a fost folosită și la camera de aburire la presiune atmosferică și abur saturat.

Regulatorul automat cu acțiune directă, conținînd și condensatorul de control, a fost montat pe conducta de aducțiune a aburului la casetele încălzitoare, iar conducta de retur a fost legată la țeava inferioară a regulatorului automat (fig. 10). În timp ce tiparele încălzitoare nu sînt încă încălzite, regulatorul lasă să treacă aburul în tipare. O dată încălzite, aburul care iese prin conducta de retur încălzește alcoolul metilic, care, dilatîndu-se, presează garnitura de cauciuc și închide astfel admisia aburului. La reducerea temperaturii sub 100°C se produce răcirea alcoolului și se efectuează admisia aburului. În timpul experimentărilor, instalația a funcționat în bune condiții, asigurînd o menținere constantă a temperaturii în tot timpul tratamentului. Ridicarea temperaturii s-a produs în timp de circa 45′, iar răcirea în circa 60′ (temperatura scăzînd de la 100 la circa 30°C). Ca și la instalația de automatizare integrală, s-a constatat că timpul de admisie a aburului în casete a fost de circa 30—40% din timpul total de tratare.

Ținînd seamă de particularitățile tratamentului termic în tipare încălzitoare, caz în care delimitarea duratei de ridicare a temperaturii și duratei de izotermie este dificil de realizat, o automatizare parțială a duratei de izotermie este foarte avantajoasă, întrucît în acest fel nu mai sînt necesare aparatele electronice de comandă, care sînt costisitoare și procurate parțial sau integral din import. În acest caz se folosește un regulator de temperatură de construcție simplă, care poate fi fabricat de atelierele mecanice cu dotare tehnică medie. Valoarea acestui regulator este de numai 3 000 lei, fiind deci incomparabil mai avantajos decît instalațiile de automatizare integrală. Se menționează în plus că regulatorul automat de temperatură cu acționare directă duce la eliminarea regulatoarelor de presiune și a oalelor de condens, regulatorul suplinind și rolul acestora.

V. CONCLUZII

Automatizarea tratamentului termic asigură obținerea unor produse de calitate superioară, datorită controlului riguros și permanent făcut de aparatura de control și reglare automată; automatizarea duce la reducerea substanțială a consumului de abur, la reducerea rebuturilor și, în ultima instanță, a prețului de cost. Datorită economiilor realizate, investiția necesară pentru introducerea automatizării tratamentului termic în liniile de producție industrială se amortizează în numai cîteva luni.

La camerele de aburire, unde este posibil și indicat ca duratele de tratare să fie perfect distincte, se recomandă folosirea unei instalații de automatizare integrală a regimului de tratare termică prin care să se asigure respectarea cu strictețe a diagramei de temperatură programată, instalația fiind bazată pe folosirea unor dispozitive electronice. La tiparele încălzitoare, unde nu este posibil să se facă distincție între duratele diferitelor faze și unde deci elementul esențial al regimului de tratare îl constituie durata de izotermie, se recomandă folosirea unei instalații de automatizare parțială, bazată pe folosirea unui regulator automat cu acționare directă.

Avînd în vedere avantajele oferite de tratarea termică a elementelor prefabricate în camere de aburire la presiune atmosferică și abur saturat și temperatura de 100°C, se consideră indicat ca automatizarea integrală să fie prevăzută cu două ventile, amplasate la partea inferioară și superioară, care să asigure admisia aburului pînă la temperatura de 95°C, respectiv în timpul izotermiei, prin acționarea succesivă a acestora de către regulatorul automat de temperatură după program.

În ceea ce priveşte instalaţia de automatizare parţială aplicată la tratarea termică a elementelor prefabricate confecţionate în tipare încălzitoare, se consideră că regulatorul automat de temperatură cu acţionare directă experimentat este corespunzător, fiind de o construcţie simplă, robust şi sigur în exploatare şi care poate fi executat de orice atelier mecanic cu dotaţie tehnică medie.

Ţinînd seamă de faptul că, în prezent, în întreprinderile de prefabricate reglarea şi controlul tratamentelor termice se fac manual, ceea ce duce la un consum sporit de abur, la o producţie necontrolată sistematic şi deci la rebuturi însemnate cauzate de neglijenţa sau lipsa de conştiinciozitate a personalului de deservire, ţinînd seamă că în INCERC instalaţiile de automatizare experimentală au funcţionat în bune condiţii şi că valoarea instalaţiilor este suficient de scăzută, fiind amortizată în cîteva luni de funcţionare, se recomandă introducerea automatizării tratamentului termic la toate liniile tehnologice din întreprinderile de prefabricate din ţară.

Bibliografie

[1] Kronhaus D. S. : *Tratamentul termic şi alimentarea cu căldură la întreprinderile de prefabricate de beton armat*. Moscova, Gosstroizdat, 1961.

[2] Salop G. A., Mamontov I. I. : *Automatizarea procesului de tratare termică a produselor de beton armat în casete*.

[3] Semenov L. A., Podukovski N. I. : *Camera de aburire fără presiune*. Kiev, Gosstroizdat, 1963.

[4] Viniţki A. M., Figotin L. A. : *Reglarea automată cu program a temperaturii în autoclave*. Mehanizaţia i automatizaţia proisvodsdva U.R.S.S., nr. 1, 1963.

[5] Semenov L.A. : *Reglarea automată a regimului în camerele de aburire*. Mehanizaţia stroitelstva U.R.S.S., nr. 2, 1962.

[6] Astafiev V. A., Prohorov M. A. : *Reglarea automată a temperaturii în camerele de aburire*. Beton i jelezobeton U.R.S.S., nr. 7, 1961.

[7] Mironov S. A., Malinin L. A. : *Întărirea accelerată a betonului. Aburirea betonului în condiţii uzinale*. Moscova, Gosstroizdat, 1961.

[8] INCERC : *Parametrii ce trebuie urmăriţi la tratarea termică a betoanelor*. Studiu şi referat cu concluzii, Poz. plan 1964 II. D.10.

[9] INCERC : *Automatizarea tratamentelor termice ale betoanelor în liniile tehnologice precizate de M.I.C.* Temă de proiectare. Poz. plan 1964 – II.D.10.

[10] INCERC : *Referat cu concluzii asupra experimentărilor instalaţiei de automatizare a perioadei de izotermie*. Poz. plan 1966, 22.a.

[11] INCERC : *Automatizarea tratamentului termic în cuve de aburire*, Referat cu concluzii asupra experimentărilor. Poz. plan 1967 Ac. 22. 9. 3 a. II.

[12] INCERC : *Automatizarea tratamentului termic în tipare încălzitoare*. Referat cu concluzii. Poz. plan 1968 Ac. 22.9.3.b.I.

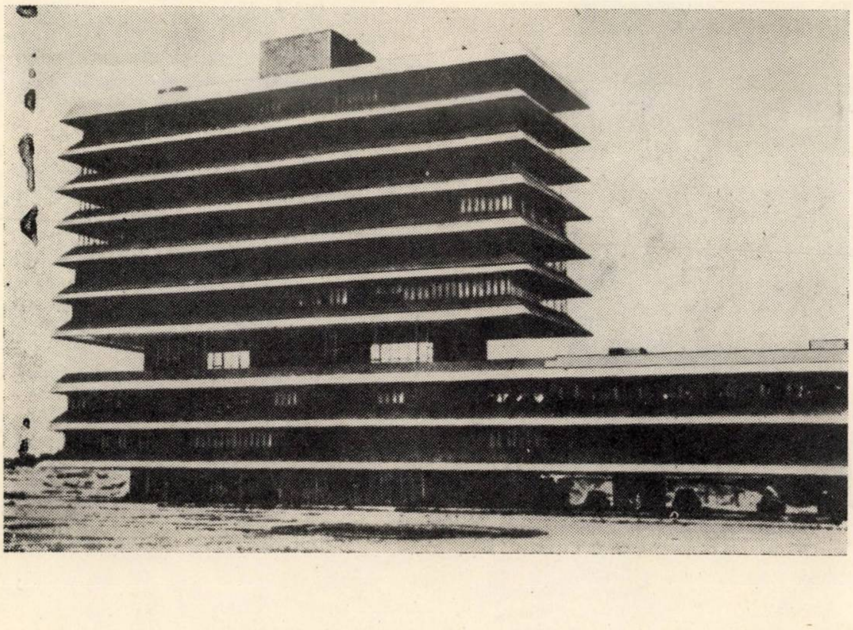
DOCUMENTARE

ZIDURI DE SPRIJIN APĂRĂTOARE DE SOARE

Centrul administrativ al unei întreprinderi de maşini-unelte din Hyderabad (India) este un frumos exemplu de construcţie raţională adaptată climatului. Imobilul cu 10 niveluri este construit cu o consolă de 6,25 m în jurul corpului central, unde sînt grupate circulaţiile verticale. Zidurile de sprijin sînt foarte înclinate şi formează o copertină care protejează eficace ferestrele de lumina solară (fig. 1).

Din *Batir*, nr. 170, 1968

Fig. 1



PARDOSELI PE BAZĂ DE ASFALT ŞI DE BITUM

S-ar putea crede că asfaltul şi bitumul au o aplicaţie limitată la executarea îmbrăcăminţilor rutiere şi pentru etanşeizare.

Datorită rezistenţei lor bune la uzură, ele pot fi adaptate pentru executarea pardoselilor industriale.

Astfel, dalele de asfalt sînt formate din pudră de asfalt natural comprimată. Această pudră este încălzită la o temperatură de 120°C pentru a se elimina umiditatea şi uleiurile uşoare din ea, apoi se răceşte pînă la 50°C, după care se pune în prese şi se comprimă la o presiune de ordinul a 400–600 kg/cm². La scoaterea din tipare, dalele au o culoare brună, însă sub influenţa luminii devin gri deschis. Dimensiunile curente ale dalelor sînt 10×20 cm, 20×20 cm, 25×25 cm. Grosimea lor variază de la 20 la 50 mm.

Densitatea este în jur de 2,2.

Dalele de asfalt au o rezistenţă chimică satisfăcătoare la soluţii bazice sau saline. Pentru a obţine o rezistenţă bună la acizi, se înlocuieşte pudra asfaltică cu filer de origine silicioasă sau cuarţoasă care se impregnează cu bitun, iar pentru o rezistenţă satisfăcătoare la substanţe grase, dalele sînt fabricate din filer impregnat cu gudron.

Montarea dalelor de asfalt se face în mod obişnuit pe strat de mortar de ciment-var, de 10 – 20 mm grosime, aşezat pe un pat de nisip fin, de 10 mm grosime.

Dalele prezintă următoarele avantaje :

— o rezistenţă satisfăcătoare la uzură ;

— o rezistenţă la compresiune de peste 200 kg/cm² ;

— la încercarea Brinnel prezintă o amprentă sub 3 mm la o greutate de 500 kg ;

— o bună rezistenţă la şoc ; o dală de 20 mm grosime suportă fără rupere sau fisurare căderea unei bile de oţel de 500 g de la o înălţime de 75 cm ;

— amortizează zgomotele produse de mijloacele de transport industrial în interiorul halei ;

— sînt incombustibile şi deci nu propagă focul ;

— fiind suple, evită în anumite industrii deteriorarea pieselor care sînt depozitate sau cad pe pardoseală.

Din *Batir*, nr. 169, 1968

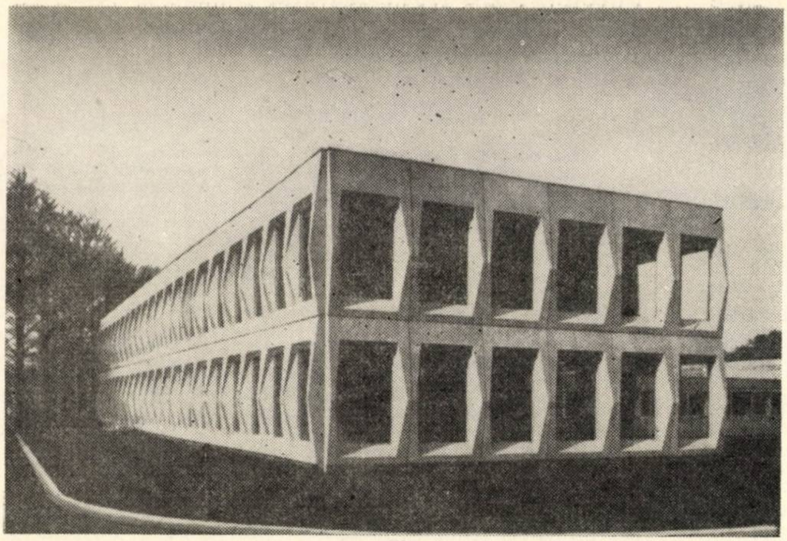


Fig. 1

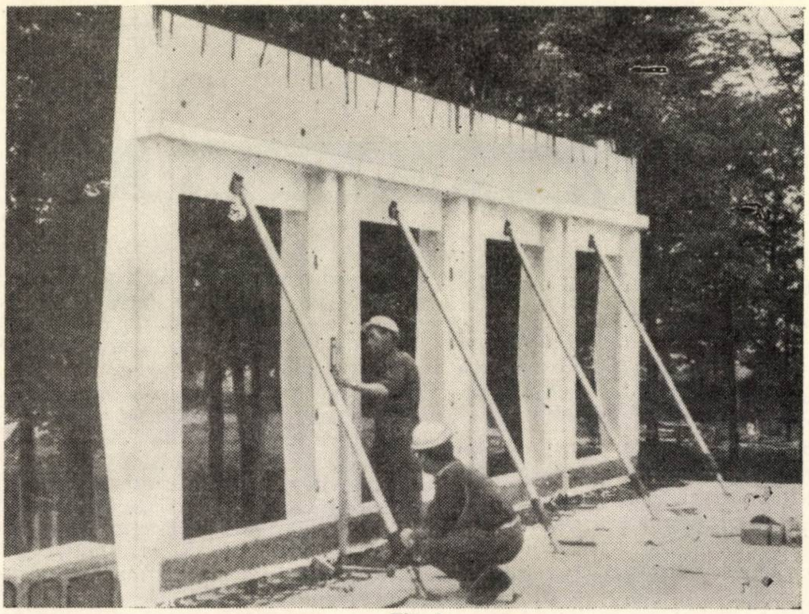


Fig. 2

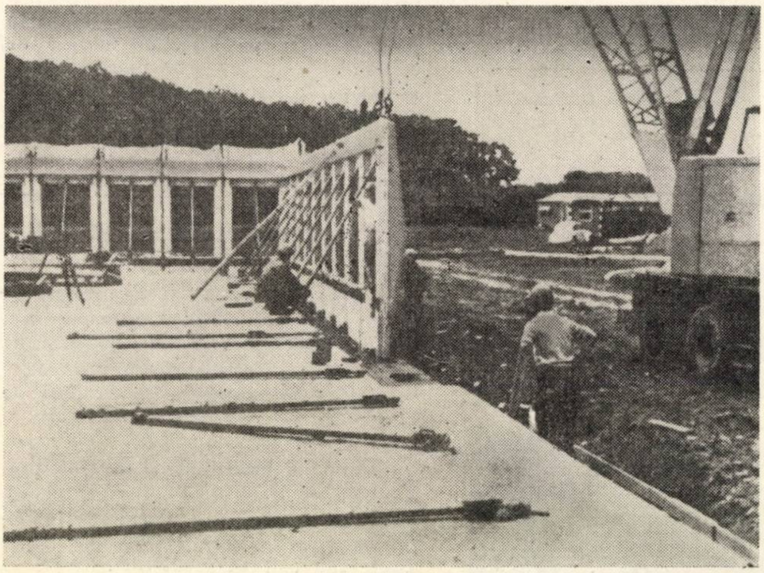


Fig. 3

UN IMOBIL ADMINISTRATIV CONSTRUIT DIN ELEMENTE PREFABRICATE

În Belgia, la Lierrelez-Anvers s-a construit în 9 zile un imobil administrativ pentru Centrul de cercetări al C.B.R., avînd două niveluri și o suprafață de 930 m² (fig. 1). Au fost necesare 5 zile pentru realizarea fațadei parterului și planșeului etajului și 4 zile pentru fațada etajului și acoperiș.

Construcția cuprinde birouri, o bibliotecă, o sală de desen și o sală pentru reuniuni.

Pentru realizarea ei s-au folosit două tipuri de elemente:

— elemente de fațadă din beton vibrat;

— elemente precomprimate cu dublă nervură în T pentru planșeu și acoperiș.

Elementele de fațadă sînt portante, ceea ce corespunde cerințelor unui plan degajat în vederea unei dispuneri libere a zidăriei interioare.

Betonul folosit este un amestec de ciment alb, nisip alb și agregate de cuarț galben.

Elementele au 3,40 m înălțime și 1,80 m lățime (22 de elemente pentru latura mare, care măsoară 39,60 m și 6 elemente pentru latura mică, de 10,80 m).

Fiecare element este un cadru în care a fost inclus direct sistemul de vitraj. El cuprinde o casetă pentru jaluzele, golurile pentru trecerea conductelor de canalizare și diverse accesorii, ca de exemplu cele pentru fixarea elementelor de încălzire.

Se menționează că nici pentru elementele speciale, ca, de exemplu, ușa de la intrare, nu au fost necesare cofraje speciale, ci s-au făcut mici modificări la tiparele standard.

Etanșarea rostului dintre elemente s-a realizat cu ajutorul unui mastic elastic (fig. 2).

Fundațiile de sub elementele de fațadă au fost executate în linie continuă. Ele sînt formate din tronsoane prefabricate din beton, pozate direct pe solul nisipos compactat. Pe ele reazemă partea inferioară a elementelor portante ale parterului (fig. 3).

Planșeul și acoperișul sînt formate din elemente precomprimate cu secțiunea în dublu T, lungi de 11 m, rezemînd pe grinda orizontală superioară a elementelor de fațadă.

Îmbinările din beton turnat după montaj asigură legătura dintre elementele de planșeu și cele de fațadă.

Elementele de acoperiș sînt din dale nervurate, care realizează în interior un efect decorativ.

Pereții despărțitori interiori sînt din dale armate din beton celular de 10 cm grosime. Sistemul de fixare a fost studiat în funcție de eventualele modificări, cum și de necesitatea de a evita orice legătură rigidă între planșee, această condiție fiind impusă de elasticitatea elementelor precomprimate ale structurii.

Rețeaua de distribuție electrică a fost instalată în șapele planșeelor și acoperișului.

Elementele orizontale ale structurii sînt prevăzute cu cutii de trecere dispuse regulat, care permit racordarea aparatelor electrice.

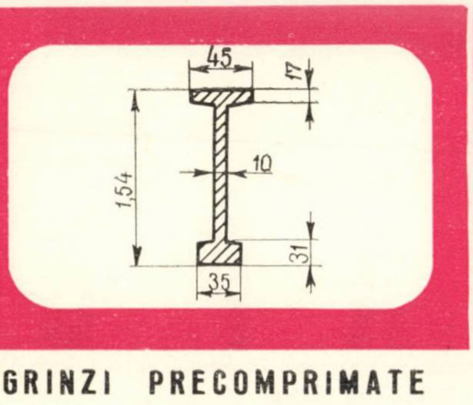
Din *Batir*, nr. 170, 1968

ORSZ. MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

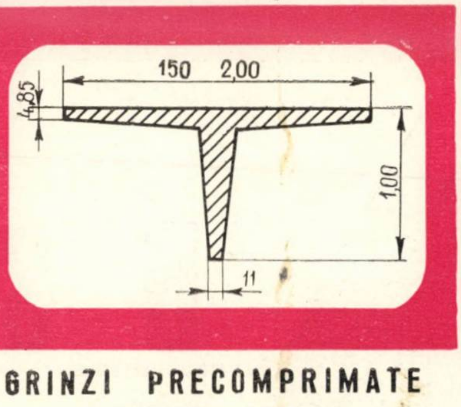
ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE

progresul

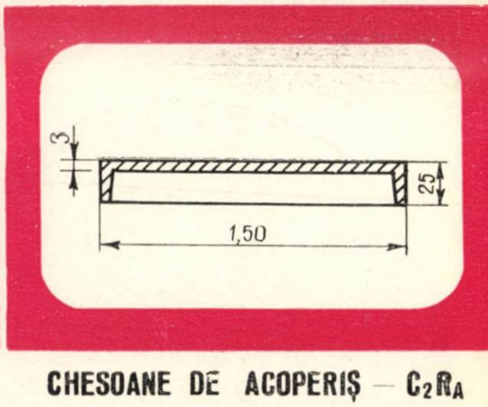
LIVREAZĂ ELEMENTE DE CONSTRUCȚII PENTRU HALE INDUSTRIALE


45
17
10
1,54
31
35

GRINZI PRECOMPRIMATE
G 18 – 6 – 2
Deschidere 18,0 m — Interax 6,0 m
Proiect tip I.P.C.T. nr. 2155


150 2,00
4,85
1,00
11

GRINZI PRECOMPRIMATE
T 150/100 – 1800 și
T 200/100 – 1800
Deschidere 18,0 m
Proiect I.P.I.M.P.C. nr. 2491



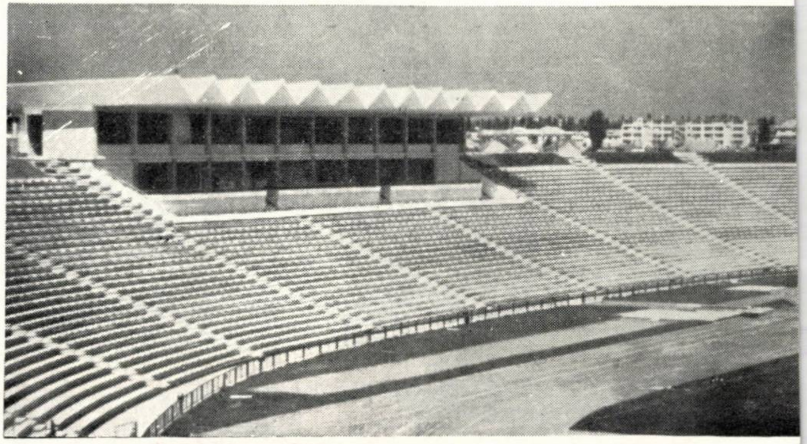
CHESOANE DE ACOPERIȘ – C_2R_A
Dimensiuni placă 6,00 × 1,50 m
Proiect tip I.P.C.T. 2063

INFORMAȚII: BUCUREȘTI, ȘOS. GIURGIULUI NR. 507 • TELEFON 23.40.40

DIRECȚIA DE SISTEMATIZARE, ARHITECTURĂ
ȘI PROIECTAREA CONSTRUCȚIILOR
A JUDEȚULUI TIMIȘ

PROIECTEAZĂ

- Ansambluri de locuințe cu dotările social-culturale și edilitare aferente
- Intreprinderi industriale cu specific local
- Partea de construcții și instalații pentru orice întreprinderi industriale exclusiv instalațiile tehnologice
- Construcții metalice
- Alimentări cu apă și canalizări pentru orașe și unități agricole
- Sere industriale
- Silozuri și depozite
- Săli de sport, patinoare artificiale
- Stadioane
- Instalații de încălzire și termoficare



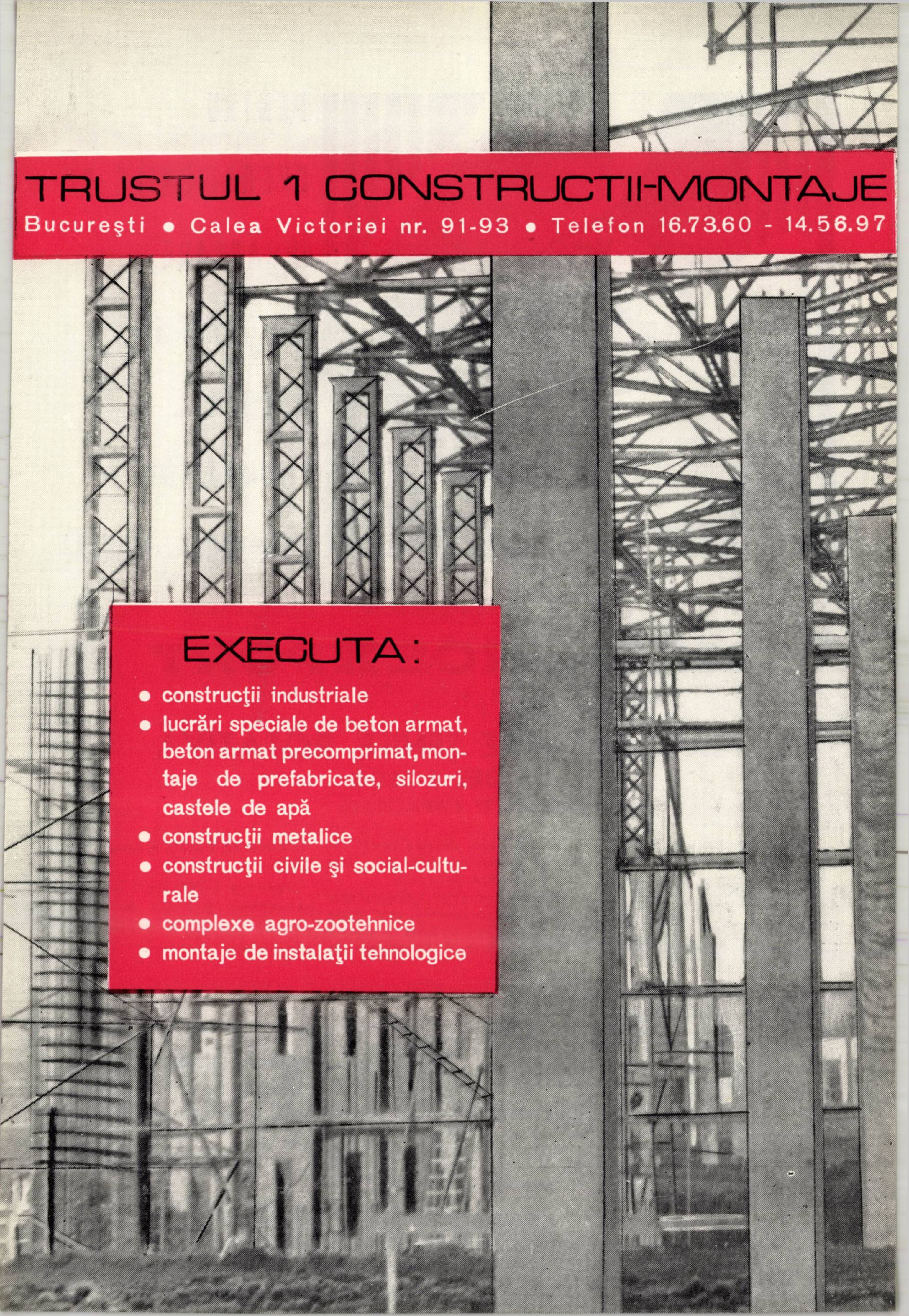
EFECTUEAZĂ

- Studii geotehnice
- Ridicări topografice
- Calcule la mașina electronică

Informații la

DSAPC
TIMIȘOARA

Str. Paris nr. 2 ● Telefon 2.42.80 — 2.42.82

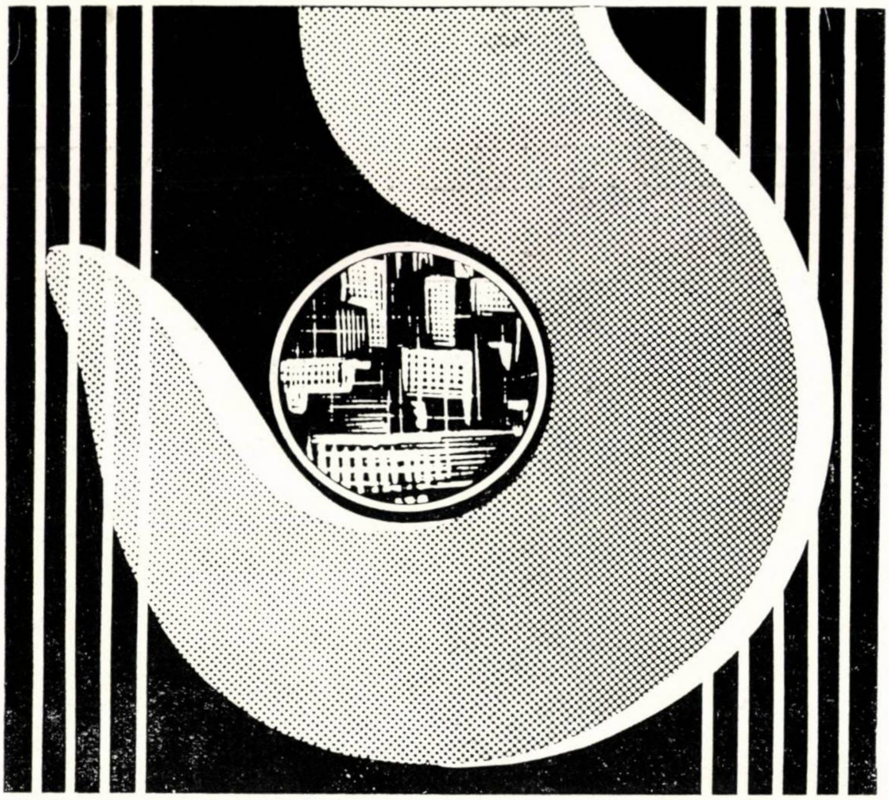


TRUSTUL 1 CONSTRUCTII-MONTAJE

Bucureşti • Calea Victoriei nr. 91-93 • Telefon 16.73.60 - 14.56.97

EXECUTA:

- construcţii industriale
- lucrări speciale de beton armat, beton armat precomprimat, montaje de prefabricate, silozuri, castele de apă
- construcţii metalice
- construcţii civile şi social-culturale
- complexe agro-zootehnice
- montaje de instalaţii tehnologice



PENTRU OPERAŢIUNILE DE ÎNCĂRCARE-DESCĂRCARE AFERENTE LUCRĂRILOR DE CONSTRUCŢII-MONTAJ

întreprinderea

MACHINOEXPORT

oferă:

MACARAUA PE ŞENILE, ROTATIVĂ

MODEL E-2508

DE 60 TF CAPACITATE

Motorul Diesel al macaralei combinat cu reductorul bilateral asigură o mare varietate de viteze de ridicare şi coborîre a sarcinii, de rotire a platformei şi a deplasării macaralei.

Vitezele mici aferente punerii în poziţie permit realizarea cu precizie a lucrărilor de montaj.

Lungimea nominală a braţului este 15,00 m şi-cu ajutorul unor tronsoane demontabile-poate fi mărită pînă la 40,00 m. În această situaţie înălţimea de ridicare a sarcinii este 34,80 m.

Macaraua E-2508 are o bună manevrabilitate, este uşor de condus, prezintă siguranţă în exploatare în orice condiţii climaterice.

Caracteristici tehnice

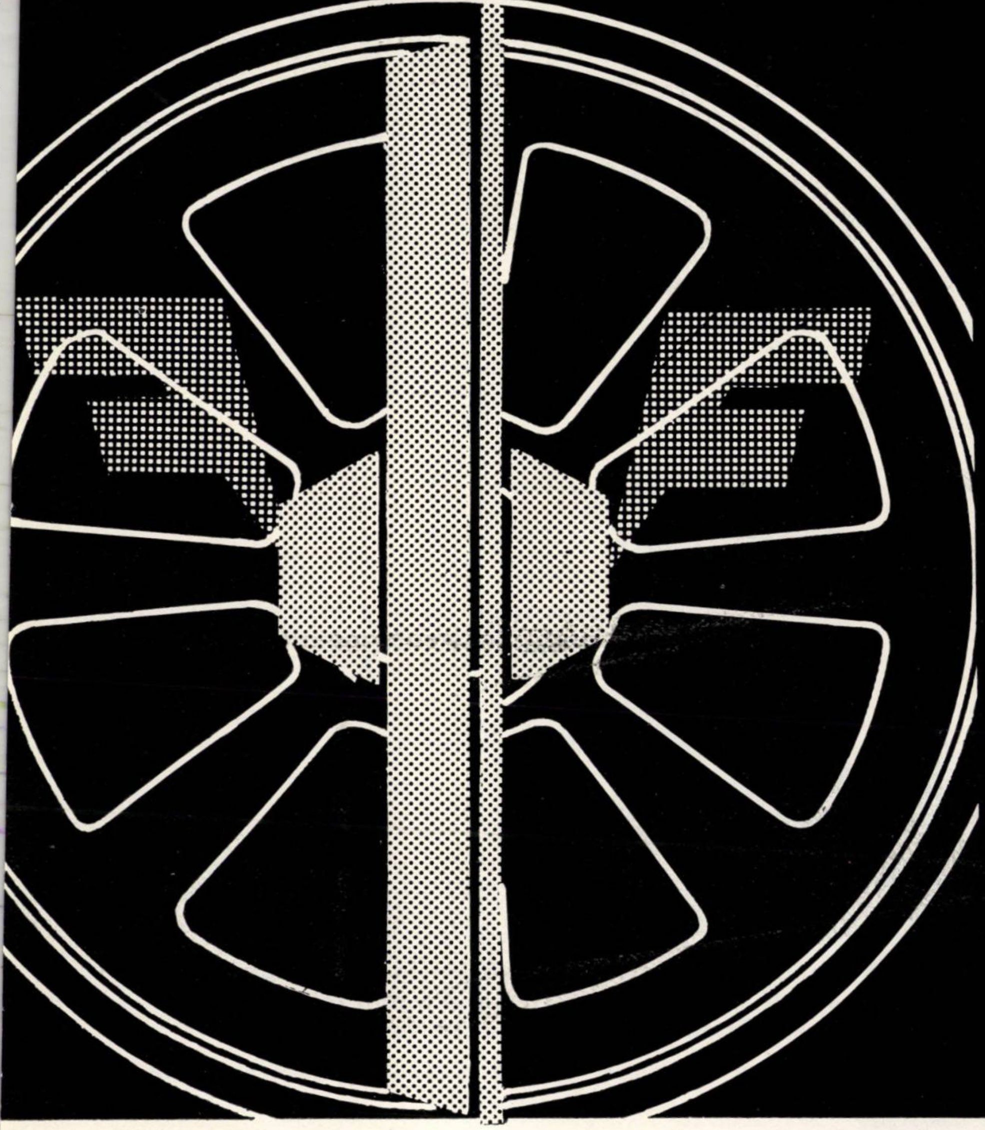
Lungimea normală a braţului	**m**	**15**
Numărul de rotaţii ale platformei	**rotative pe min.**	
viteza I		**4,1**
viteza II		**0,38**
Viteza de ridicare a sarcinii	**m/min.**	
viteza I		**12,65**
viteza II		**1,19**
Viteza de deplasare	**km/h**	**1,79**
Puterea motorului	**c.p.**	**275**
Greutatea	**tf**	**80,4**
Presiunea specifică pe teren	**kg/cm²**	**1,17**

ADRESA EXPORTATORULUI

U.R.S.S. MOSCOVA B-330
ÎNTREPRINDEREA
„MACHINOEXPORT"
Telex: 207

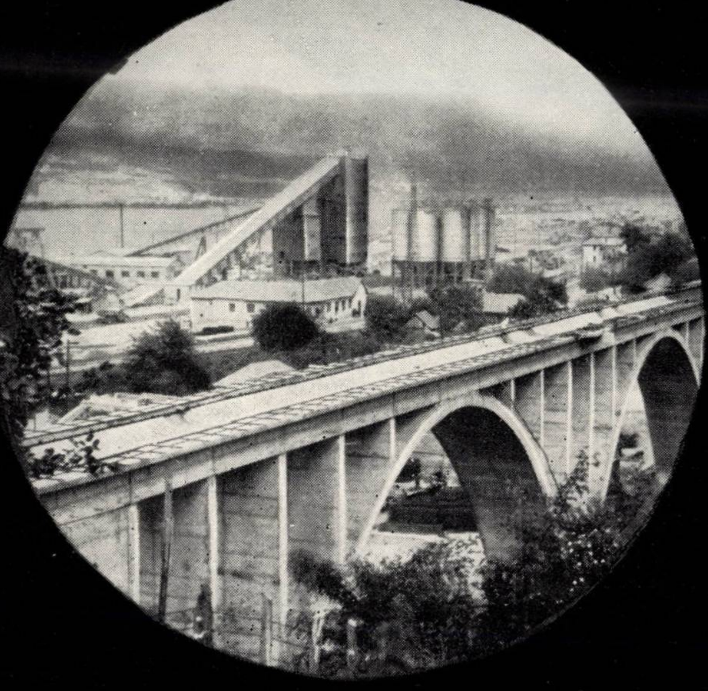
Publicom

I P C F



Întocmește proiecte de poduri sau viaducte pentru linii ferate avînd ecartament normal sau îngust, la nivelul tehnicii mondiale, folosind procedee de construcții din cele mai actuale (beton precomprimat, tabliere metalice sudate, îmbinări cu buloane de înaltă rezistență etc.).
Institutul are o bogată experiență în proiectarea acestor lucrări, realizările sale cuprinzînd proiecte de poduri și viaducte, atît pe liniile ferate noi, cît și la reconstrucția liniilor ferate existente.
S-au realizat poduri boltite cu deschideri pînă la 100 m, poduri metalice din grinzi cu zăbrele, avînd deschideri pînă la 80 m, poduri metalice din grinzi cu inimă plină, avînd deschideri pînă la 50 m, precum și importante lucrări de consolidări ale podurilor existente prin metode de înaltă tehnicitate.
Documentația tehnică, ce se întocmește pentru executarea unor astfel de lucrări, se bazează pe studii tehnico-economice aprofundate pentru alegerea soluției, precum și pe studii de teren corespunzătoare: geotehnice, hidrologice și topografice.
Proiectele cuprind: infrastructura și suprastructura podului sau viaductului, lucrările de corecții etc.

INSTITUTUL DE PROIECTĂRI CĂI FERATE



BUCUREȘTI

B-dul DINICU GOLESCU 38

(PALATUL C.F.R.)

TEL. 18.48.44 și 18.26.10

INCERC INCERC—BAC
Secția BETON PRECOMPRIMAT
Telefon 35.21.00 35.40.50
Şos. Pantelimon nr. 266, Sector 3
Bucureşti

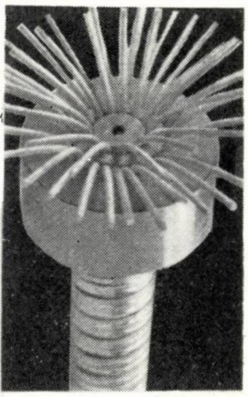
PRIN TEHNOLOGIA BP 120

sînt rezolvate problemele privind

PRETENSIONAREA

în betonul precomprimat

CU MIJLOACE MODERNE

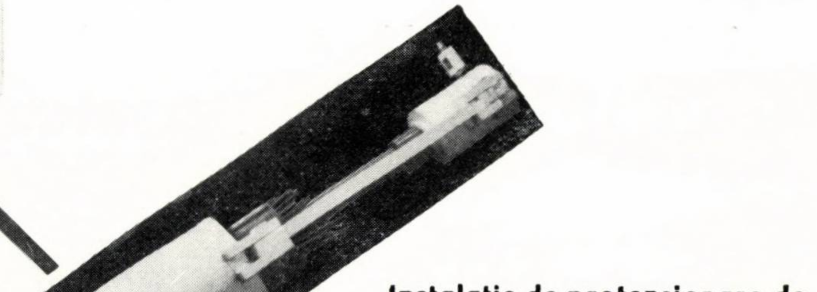


Ancoraje pentru fascicule postîntinse, de tip inel-con, metalice, prevăzute cu orificiu pentru injectare

Ancrages pour câbles, type cône femelle-cône mâle, métalliques, avec orifice pour injection

Fascicule de armătură postîntinsă de capacitate pînă la 120 tf, alcătuite din sîrmă ∅ 5 mm sau toroane 7 ∅ 3 mm şi tecile în care se pozează fasciculele

Gaines et câbles jusqu'à 120 tf de capacité, composés de fils ∅ 5 mm ou torons 7 ∅ 3 mm



Instalație de pretensionare de 120 tf capacitate, alcătuită din presă şi pompă de înaltă presiune şi instalație pentru injectarea canalelor după tensionare

Installation avec capacité de 120 tf, pour la mise en tension, composée d'un vérin et pompe à haute pression et installation pour l'injection des gaines après la précontrainte

AUJOURD'HUI

les problèmes concernant

LA MISE EN TENSION

dans la précontrainte sont résolus

PAR LES PROCÉDÉS BP 120

PANOURILE
MARI

materialul de construcţie al viitorului

Furnizăm:

Linii tehnologice de fabricaţie şi instalaţii complete pentru producţia de elemente prefabricate din beton pentru toate clasele de încărcări.

Noul tip de agregat pentru fabricaţie în flux continuu permite o creştere considerabilă a producţiei anuale.

Scurtarea termenelor de execuţie — reducerea cheltuielilor — creşterea productivităţii muncii

Fabrica de panouri mari **baukema** — cea mai economică metodă pentru executarea construcţiilor civile şi industriale

PROIECTARE ● FURNIZARE ● MONTARE ● ÎNTREŢINERE

Pentru obţinerea de prospecte detaliate adresaţi-vă la:

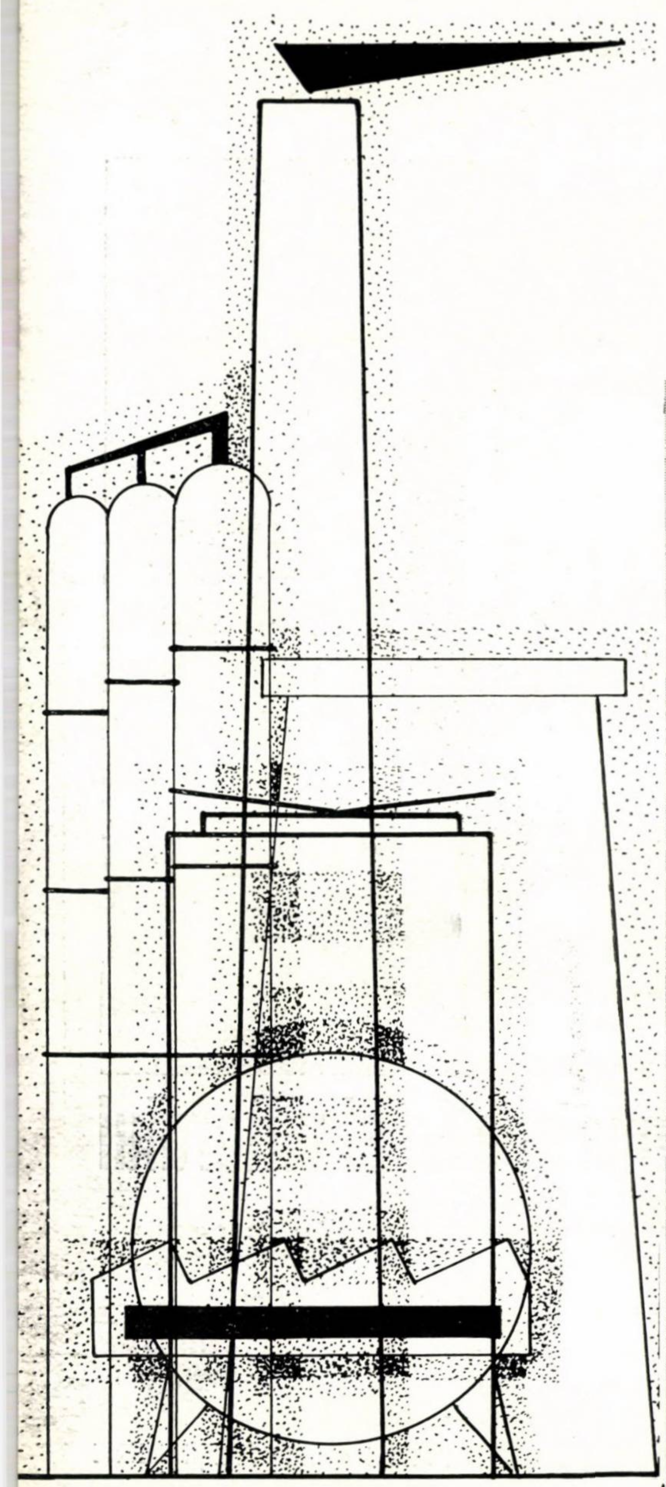
VVB Bau-, Baustoff- und Keramikmaschinen
701 Leipzig, Katharinenstrasse 17 • Republica Democrată Germană

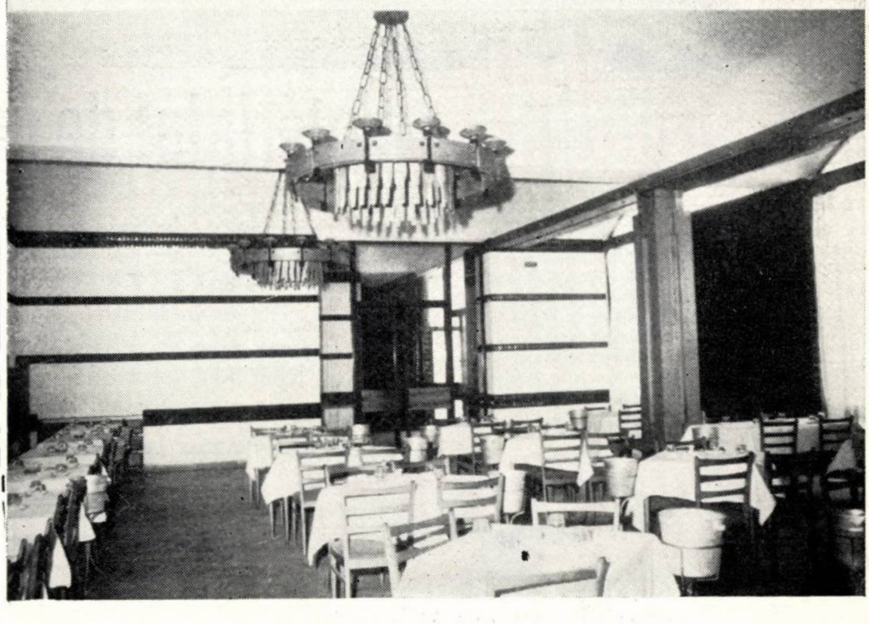
Exportator:

MASCHINEN•EXPORT
Întreprindere de stat pentru comerţul exterior din Republica Democrată Germană
108 Berlin, Mohrenstrasse 61
REPUBLICA DEMOCRATĂ GERMANĂ

Publicom

● CONSTRUCȚII DE COMPLEXE INDUSTRIALE ● CLĂDIRI DE LOCUIT ȘI SOCIAL-CULTURALE ● CONSTRUCȚII SPECIALE — TURNURI DE RĂCIRE, REZERVOARE ● ELEMENTE DE BETON PRECOMPRIMAT ● ALIMENTĂRI CU APĂ ȘI STAȚII DE TRATARE ● LUCRĂRI DE DRUMURI, PODURI ȘI CĂI FERATE UZINALE ● CONSTRUCȚII AGROZOOTEHNICE





EXECUTA

iscm
municipiul
gh. gheorghiu-dej

m. c. i. c. r.

întreprinderea șantier construcții montaj

MUNICIPIUL GH. GHEORGHIU-DEJ STR. CAUCIUCULUI 22 ROMANIA
CONT B. I. 040.28.001 • TELEFON 1000; 1001

INSTITUTUL DE STUDII ȘI PROIECTĂRI PENTRU CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

PROIECTEAZĂ

● SISTEMATIZARE TERITORIALĂ ȘI URBANĂ ● ANSAMBLURI ORĂȘENEȘTI ● COMPLEXE DE ODIHNĂ, TURISTICE ȘI SPORTIVE ● LOCUINȚE ● CENTRE COMERCIALE ● HOTELURI ● TEATRE ● SPITALE ȘI POLICLINICI

ISCAS

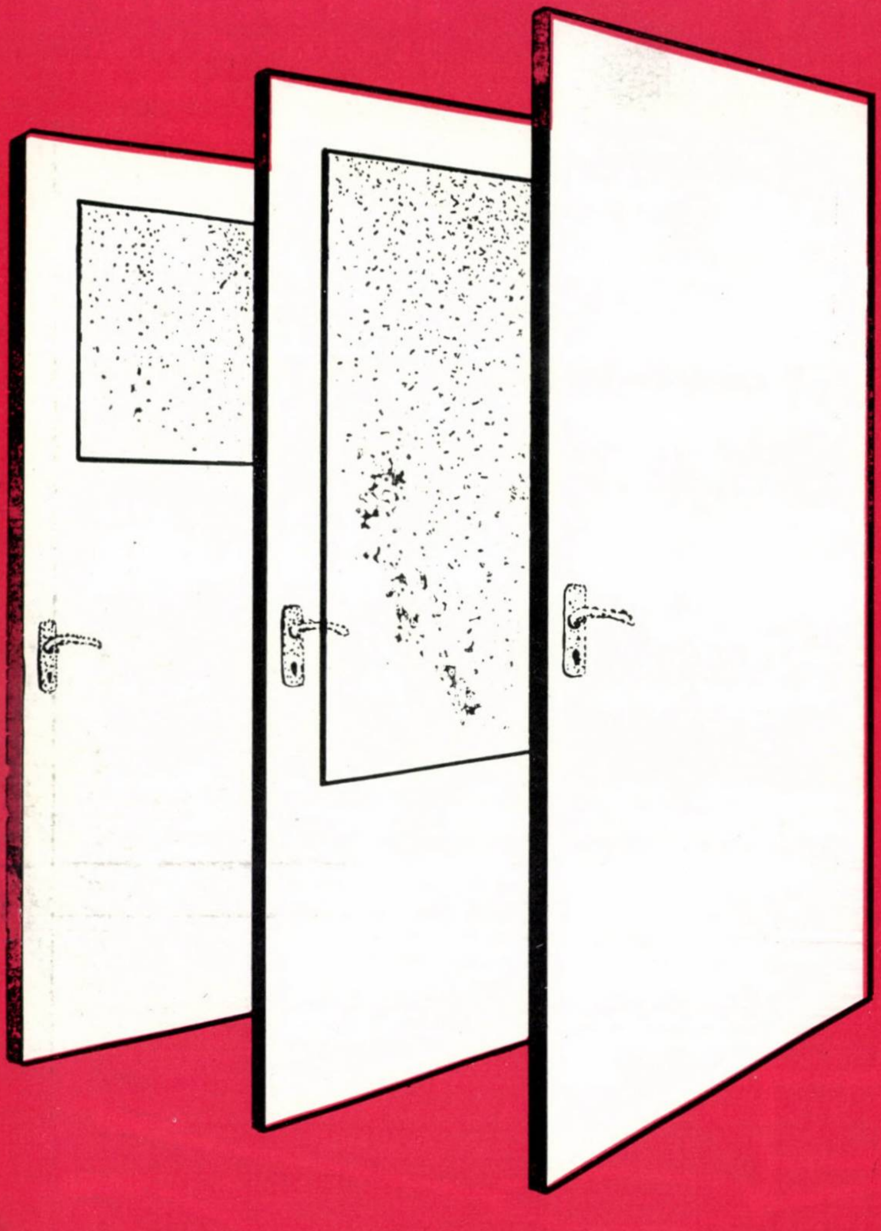
BUCUREȘTI 13 ● STRADA SNAGOV NR. 53—55 ● TELEFON: 11.78.40

PIPERA

produce
și
livrează

UŞI
şi
FERESTRE

Conform STAS 466—66 şi 5333—66

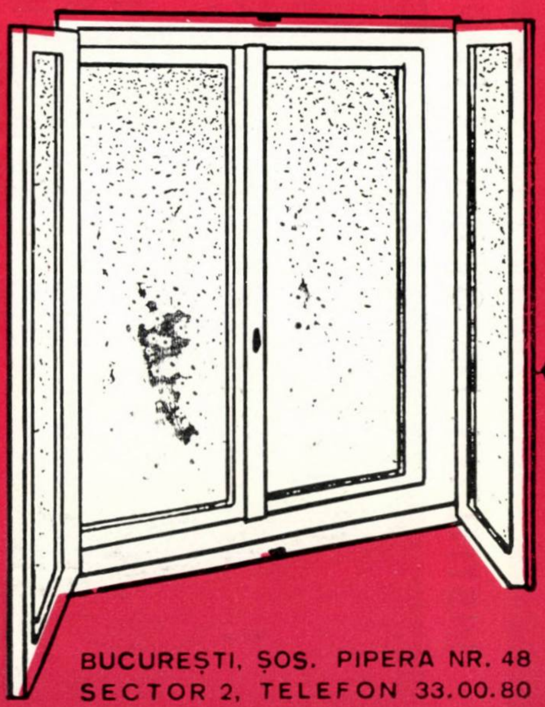


Foile ușilor sînt din rame de cherestea de rășinoase placate cu plăci din fibre de lemn, furniruite pe ambele fețe cu furnire estetice, iar canturile longitudinale acoperite cu furnire tehnice groase. Interiorul foii este umplut cu nervuri din plăci de fibre de lemn. Ușile pot fi executate pline sau cu gol de geam 1/3 sau 2/3, fixarea geamurilor făcîndu-se cu baghete.

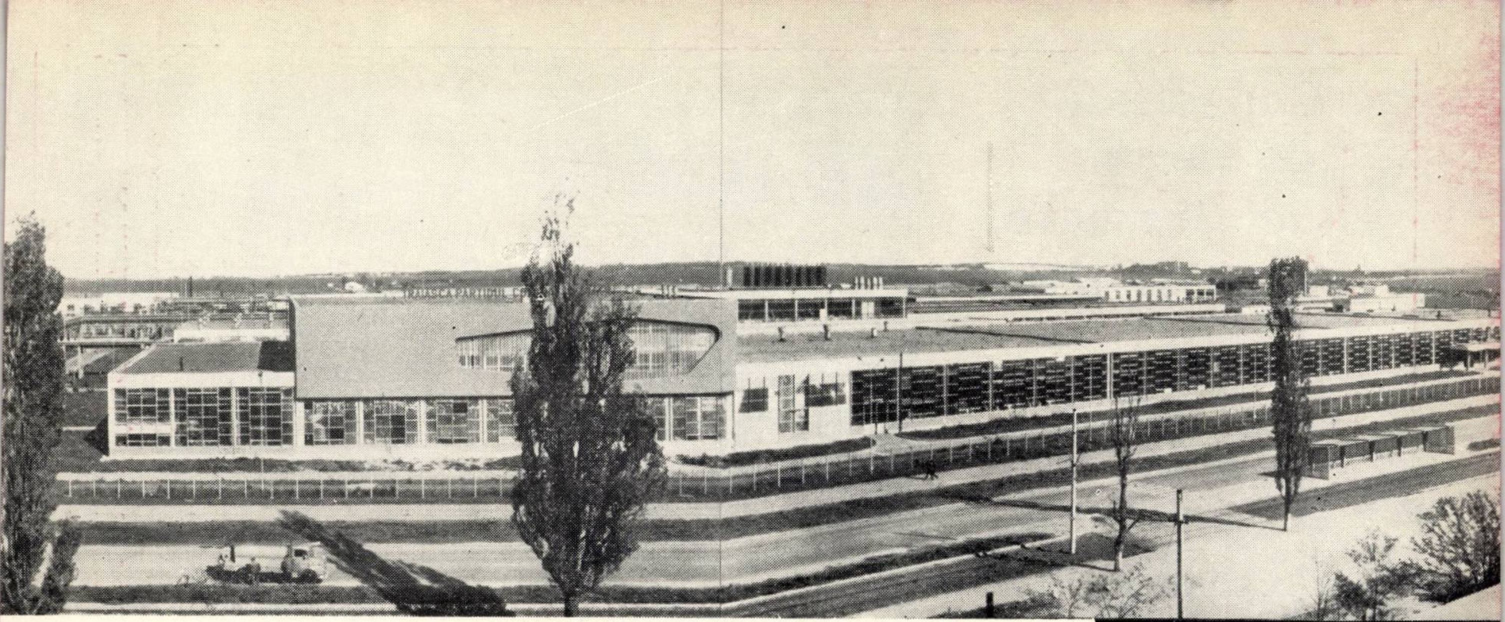
Tocurile sînt lamelate din cherestea de rășinoase.

Ușile sînt lăcuite transparent, iar tocurile acoperite cu grunduri.

Ferestrele sînt în tipuri și dimensiuni variate, finisate cu grunduri. Tipurile și dimensiunile sînt conform standardelor în vigoare și sînt echipate cu cele mai noi tipuri de feronerii.



BUCUREȘTI, ȘOS. PIPERA NR. 48
SECTOR 2, TELEFON 33.00.80



I. C. M. B.

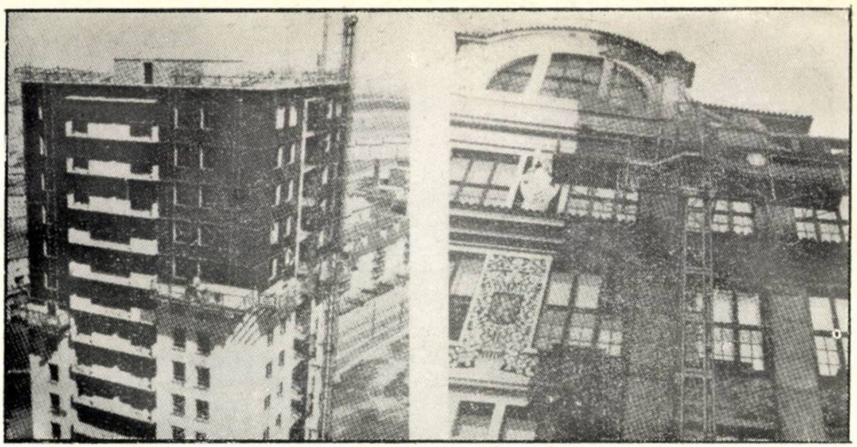
Întreprinderea de construcţii-montaje București

din cadrul M.C.I.C.R.

execută lucrări industriale, civile, hidrotehnice prin folosirea metodelor noi de lucru (cofraje glisante, precomprimări, prefabricate de mare tonaj, fundaţii pe piloţi Benoto etc.).

STR. SF. ION NOU nr. 2
TELEFON 15.01.40

Un personal de execuţie şi de conducere competent asigură, în cele mai bune condiţii, lucrări de mare tehnicitate.



Capacitate
de lucru
neîntreruptă,
uşor adaptabile

SCHELE
DE FAŢADĂ

Schelă suspendată tip HSW

pentru lucrări de curăţire, întreţinere şi reparaţie la clădiri de locuit, silozuri, coşuri de fum industriale etc

Securitatea muncii asigurată şi la înălţime — pînă la 80 m.

ATENŢIUNE! Înălţimea de ridicare poate fi sensibil mărită prin adoptarea troliilor tip BS 2000 montate pe platforma de lucru; nici un fel de tambur de cablu — troliul se „caţără" pe cablu!

Schelă căţărătoare tip KS 4—8

montată pe şasiu mobil; sistem de acţionare cu bare dinţate; subansamble-lungimi între 4 şi 8 m, lăţimi între 1 şi 1,5 m

Capacitate portantă — 600 kg
Înălţimea de ridicare, cu folosirea elementelor de rezemare fixate în perete — pînă la 100 m
Viteza — 5 m/min

Schelele suspendate Alimak - totdeauna în frunte

ALIMAK S — 931 03 SKELLEFTEA 3 SUEDIA TELEFON 0910/14230 TELEX 6883

PUBLICOM

Polytechna

we know how

Polytechna

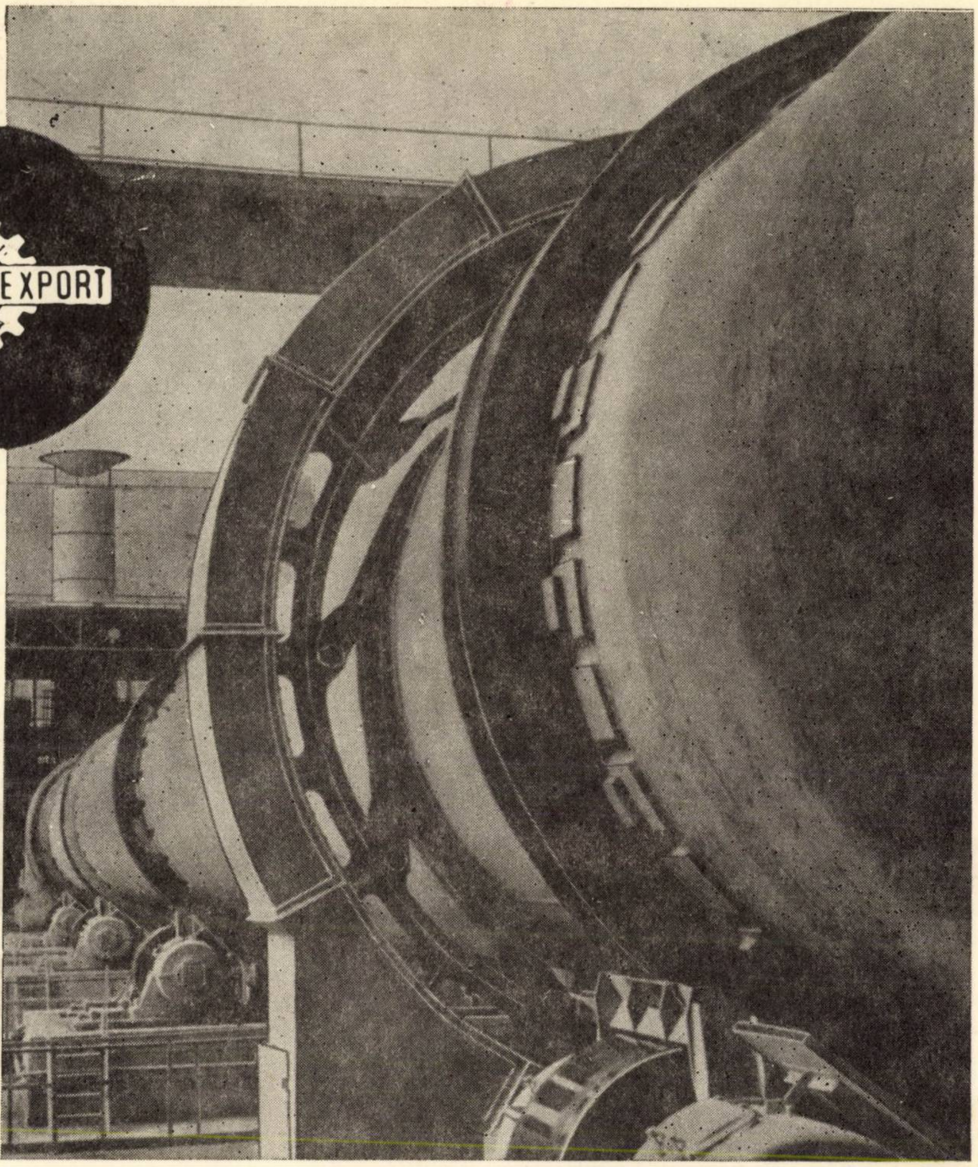
Cunoştinţe tehnice,
experienţă îndelungată,
rezolvare promptă.

Experţii noştri sînt gata să vă împărtăşească experienţa lor şi să vă ajute la rezolvarea problemelor dv. de investiţii.

colaborează
cu dv.
în probleme
care v-au răpit
mult timp
preţios.

Polytechna,
Václavské námesti 8,
Praha 1, Cehoslovacia

PUBLICOM



BUCUREȘTI
INDUSTRIALEXPORT
ROMÂNIA

supplies

COMPLETE
CEMENT
FACTORIES

equipped with technological lines of 300—800 tons clinker/24 h. capacity working by the wet fabrication method and with technological lines of 300—2,000 tons clinker/24 h. capacity working by the dry fabrication method with multicyclone heat exchanges.

It also supplies complete fabrication sections, separate installations or parts of installations.

Upon request, technical and economic studies are carried out, and technical assistance is granted for the building of new factories, or the extension and modernization of existing ones.

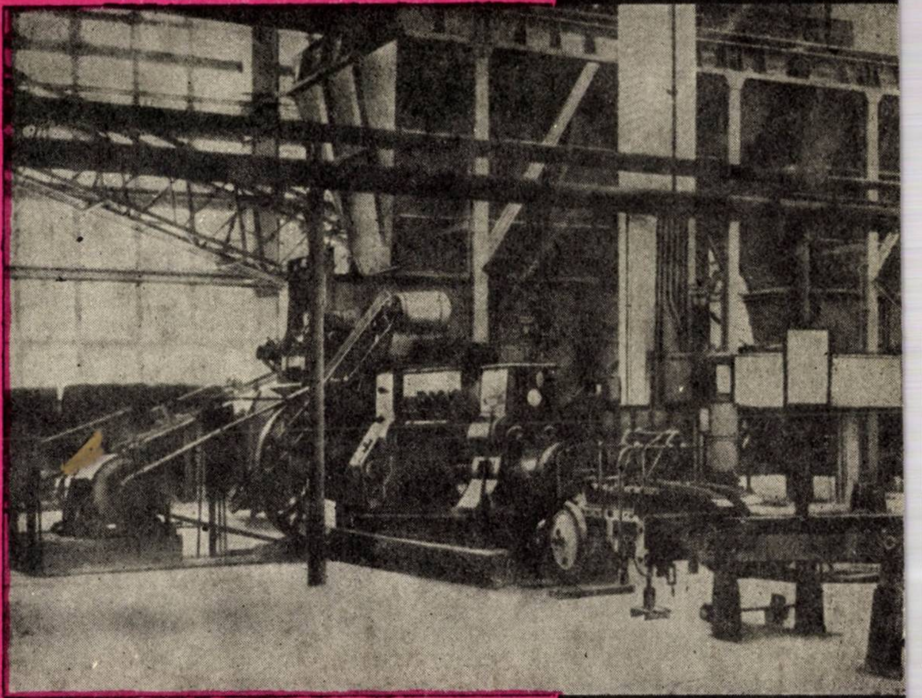
INDUSTRIALEXPORT
2, Gabriel Péri St., Bucharest, ROMANIA ● Telephone 116
Telex 214 and 215 ● Cables: INDEXPORT Bucharest

BUCHAREST
INDUSTRIALEXPORT
ROMANIA

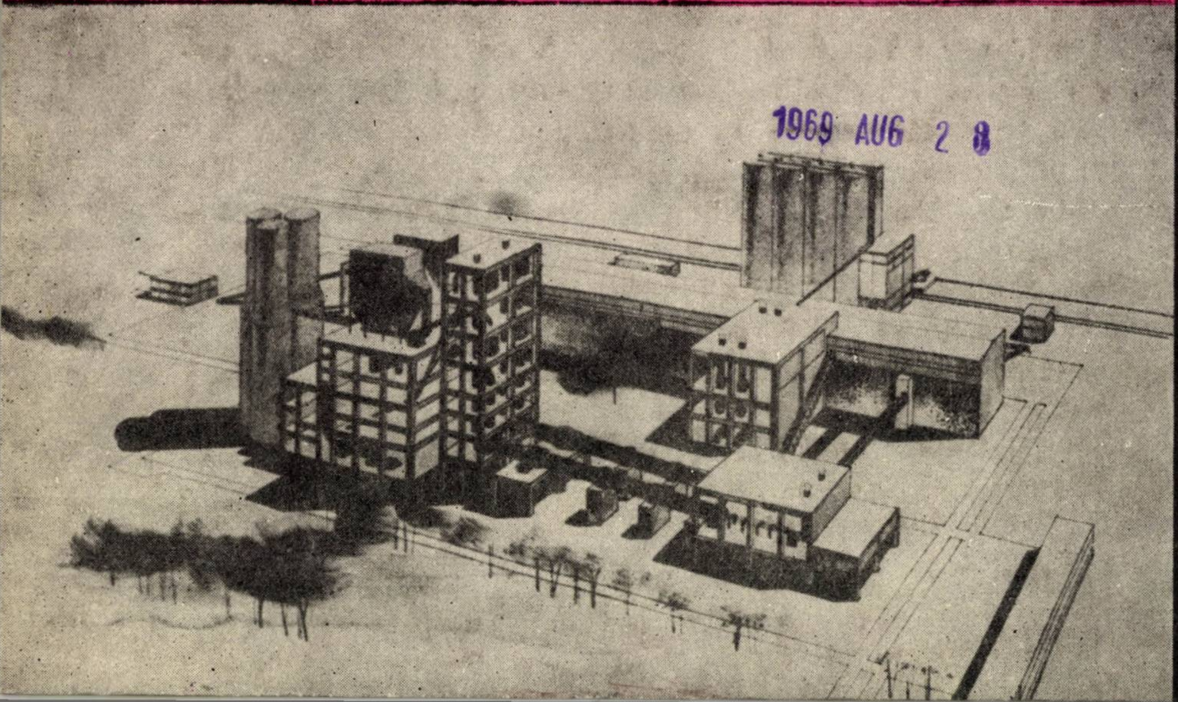
SOCIÉTÉ D'ÉTAT POUR LE COMMERCE EXTÉRIEUR

éxécute

- outillages, équipements, projets et assistance technique pour fabriques de ciment utilisant le procédé humide ou sec, fabriques de briques et de tuiles, fabriques de pièces préfabriquées en béton (grands panneaux pour immeubles d'habitations, éléments industriels, poteaux éléctriques, gouttières pour irrigations, tuyaux à pression, etc.), fabriques d'argile expandée.
- installations de coffrages glissants pour diverses constructions (fourneaux industriels à section variable, silos à cellules de formes et dimensions diverses, constructions d'habitations).



Pour informations et offres s'adresser à
I.S.C.E. INDUSTRIALEXPORT, 2, rue Gabriel Péri, Bucarest ROUMANIE
Téléphone: 116 ★ Telex: 214 ★ Télégrammes: INDEXPORT



1969 AUG 28

1969 6

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT
PENTRU CONSTRUCȚII
ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

IPEC

ATELIERUL
DE
PROIECTĂRI

execută lucrări pentru:

- Instalații de mecanizare și utilc pentru industria prefabricatel
- Tipare metalice pentru turnar elementelor prefabricate din b ton armat și beton precomprim
- Tehnologii pentru industria prefabricate
- Dispozitive de ridicat și trar portat

TIPARE:
GRINZI
CHESOANE
PANE
ELEMENTE TT

STE
PE

MESE VIBRANTE

INSTALAȚII DE FORMARE
FÎȘII CU GOLURI

ÎNTREPRINDEREA
DE PREFABRICATE
ȘI ELEMENTE DE CONSTRUCȚI
BRAȘOV

Str. Carpaților nr. 93
Telefon 22565 • Telex 012261

E 1688

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR

REVISTA CONSTRUCŢIILOR ŞI A MATERIALELOR DE CONSTRUCŢII

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT PENTRU
CONSTRUCŢII, ARHITECTURĂ ŞI SISTEMATIZARE

6

1969

VOLUMUL 21, Nr. 6

IUNIE 1969

SUMAR

V. MARCU, I. MOICEANU :
Contribuția Întreprinderii de prefabricate de elemente de construcții (IPEC) din Brașov la industrializarea construcțiilor în cei 20 de ani de activitate 28

C. RENER
Preocupări tehnologice la I.P.E.C.-Brașov 28

M. DRIMER, R. DULL ș.a.
Prefabricate tipizate în domeniul construcțiilor civile. Realizări și procupări actuale . . . 29

R. SCHIEL, E. KEINTZEL ș.a.
Blocuri de locuințe cu confort diferențiat din panouri mari prefabricate, proiectate la D.S.A.P.C.-Brașov 30

D. GRIGORIU și GH. SĂNDULESCU
Aspecte în evoluția concepției de alcătuire și execuție a structurilor de hale industriale parter în România 303

M. ANASTASESCU
Industria prefabricatelor din beton armat și reducerea prețului lucrărilor de construcții . . 311

M. HALMAGIU
Considerații asupra posibilităților de îmbunătățire a realizării unor elemente prefabricate de mare serie din beton precomprimat . 319

NOTE

CRONICĂ

RECENZII

DOCUMENTARE

43 305

Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții, organ al Comitetului de Stat pentru Construcții, Arhitectură și Sistematizare — Redacția, administrația și casieria : București, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon : 16.49.14. Abonamentele se primesc numai la sediul redacției. instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.39 Direcția Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacția publicațiilor „Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții“ și „Arhitectura“

Prețul unui exemplar lei 8

Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul : Întreprinderea Poligrafică „Informația“ — București. c. 3386

S U M M A R Y

V. MARCU, I. MOICEANU : 20 years activity of the precast component works PEC-Braşov: a contribution to building industrialization

The Braşov works for precast components – the first unit created in this country for the production of precast components – celebrates this year a 20 years long activity.
The authors briefly sketch the development of the IPEC works created to meet the requirements of building insdustrialization.
Further on they make us successively acquainted with its achievements in the field of reinforced concrete prefabricated components and in that of prestressed concrete structures – both as a result of the studies and tests caried out by the factory workshop.
These last ten years the Braşov works has doubled its production capacity which now reaches 80,000 m^3; fabrication is under progress on highly specialized production lines each of which is equiped with modern machines, every production process being mechanized and partly automated.
In its conclusion the article outlines the contribution of the IPEC works to introducing new construction methods and applying typified projects in Romania.

C. RENER : IPEC-Braşov is interested in technology

The experience gained by the IPEC-Braşov works in its 20 years long activity as well as the existence of a design bureau, a machine shop and a locksmithery have determined a permanent interest in testing and applying new technologies.
The author describes in this article several of the tests and achievements of these last five years of activity entirely dedicated to the improvement of construction methods.

M. DRIMER, T. DULL, C. C. IONESCU et al. : Typified prefabricated components for civil engineering works

The authors all of which are working in the field of typified buildings, strike a balance of the activity displayed in close co-operation with the Building Research Institute and various precast component works; the article broadly states the main concerns of our research and design bureaus in close connection with the production of those precast components which will serve to build the structures required in a future development stage of the building industry in this country.
The article deals with the typification of elements for civil engineering works and particulary dwells on those used in housing.

D. GRIGORIU : Remarks on the evolution recorded in the design and construction of single storey industrial halls in Romania

The author diagramatically surveys the evolution recorded in the desing of single storey industrial halls in Romania in the 1950–1969 period; he briefly shows the principal development stages of several largely applied structural solutions namely those contained in the projects and catalogues of typified elements elaborated by the Design Institute for Typified Buildings in close co-operation with the Ceneral Direction for Prefabricated Components of the Ministry of Building Industry.

M. ANASTASESCU : The reinorced concrete prefabricates components industry and the reduction of building costs

The reinforced concrete prefabricated elements industry joins the genera effort toward an industrialization of building works. This industry has raised numerous controversies mainly due to the high prices of the prefabricated elements delivered on site.
The activities under progress in this country for permanently bringing down building consts compel us to reanalize the economic aspects generated by this industry.
In this article, the author makes an investigation as to where prefabrication should be carried out and how the industry of prefabricated components might help in bringing down the investment values.

R. SCHIEL, E. KEINTZEL, V. BUTA, A. KESSLER : Apartment blocks of differentiated comfort levels built with large precast wall components according to the projects elaborated by DSAPC-Braşov

The decision of building apartment blocks differentiated by number of rooms, comfort standards, equipment and price has determined DSAPC-Braşov to study several structural alternatives all of which are founded on the use of the large precast wall components produced by the precast component works IPEC-Braşov or cast on site in Sibiu for the housing projects Hipodrom.
After a thorough examination of the studies elaborated the design bureau started working out the detailed reusable drawings for apartment blocks built with large precast wall components. The authors briefly describe these projects.

M. HALMAGIU : Considerations on the possibilities of improving some large series prestressed concrete precast components

The research works and tests carried out up to now in connection with the ways of improving the quality of the prestressed concrete pressure pipes as well as their production technology have resulted in considerable savings in investement expenditures.
The author describes the research works carried out in the laboratory created in 1957 at the precast components works PROGRESUL for improving the present Premo technology for manufacturing prestressed concrete pressure pipes.
The precast element works of Roman has mounted, on the basis of the above mentioned research works, an industrialized production line for checking and definitely stating this new fabrication technology which latter is going to be applied in the pipe factories to be built in the future.

SOMMAIR

V. MARCU, I. MOICEANU : Contributions apportées par l'Entreprise pour éléments préfabriqués de constructions (I.P.E.C.) de Brașov à l'industrialisation de constructions, au cours de ses vingt années d'activité

L'Entreprise pour éléments préfabriqués de Brașov fête cette année-c vingt ans d'activité laborieuse.

Les auteurs rappelent brièvement les conditions dans lesquelles I.P.E.C a été créée et notamment pour aider à l'industrialisation des constructions

Ils présentent ensuite, par étapes, les résultats obtenus dans le domain des préfabriqués en béton armé et dans le domaine du béton précontrain pareillement, rendus possibles à la suite des études et essais conduits dan l'atelier de l'entreprise.

Au cours des dix dernières années, la fabrique de Brașov a doublé sa capacité chiffrée actuellement à 80 000 m^3 ; les processus de production se déroullent le long des lignes technologiques spécialisées et outillées des instalation les plus modernes, la production étant mécanisée et partiellement automatisée

En conclusion les auteurs montrent l'apport de l'I.P.E.C. à l'introductio en Roumanie des nouvelles méthodes de construction et des projets-type.

C. RENNER : Préoccupations technologiques à I.P.E.C.-Brașov

L'expérience accumulée par I.P.E.C.-Brașov au cours de ses vingt années d'existence, ainsi que le fonctionement au sein de l'entreprise d'un atelie d'études, d'ateliers mécaniques et de serrurerie ont déterminé une préoccupatio permanente envers l'expérimentation et l'application de technologies nouvelles.

L'auteur présente quelques essais et resultats touchant à l'amélioration des technologies d'exécution, obtenus pendant les cinq dernières année d'activité de l'entreprise.

M. DRIMER, T. DULL, C.C. IONESCU et alii : Préfabriqués typisés dans le domaine des constructions de génie civil

Les auteurs, qui sont des dessinateurs d'étude dans le domaine de la typisation, font le point de l'activité menée en étroite collaboration avec l'Institut de la Recherche en Corstructions et avec les unités de production des préfabriqués, énonçant — dans l'ensemble — les préoccupations actuelles dans le domaine des études et des projets entrepris pour la production des éléments en préfabriqés qui vont constituer les structures de la future étape de développement des constructions en Roumanie.

L'article concerne la typisation des éléments pour constructions de génie civil et particulièrement les unités d'habitation.

D. GRIGORIU : Aspects présentés par l'évolution conceptuelle dans la constitution et l'exécution des structures de halls industriells rez-de-chaussée en Roumanie

Au moyen d'exemples, l'auteur refait de manière schématique l'évolution subie par la façon de penser l'ossature des hall industriels rez-de-chaussée en Roumanie durant 1950—1969 ; il parcourt succintement les étapes principales traversées par quelques solutions de large application et notamment celles comprises dans les projets et les catalogues d'éléments typisés élaborés par l'Institut d'Etudes de Constructions-Type, en collaboration avec la Direction Générale des Préfabriqués du Ministère de l'Industrie des Constructions.

M. ANASTASESCU : L'industrie des préfabriqués en béton armé et diminution du coût des travaux de construction

L'industrie des préfabriqués en béton armé prend une place importante dans l'ensemble de l'action menée en vue d'industrialiser les travaux de construction. Cette industrie a suscité de nombreuses discussions provoquées principalement par le coût élevé des éléments préfabriqués livrés aux chantiers.

Les efforts faits actuellement en Roumaine en vue de pousser plus loin la diminution du coût des constructions doivent tenir compte des aspects économiques redevables à cette industrie.

L'analyse faite par l'auteur pousse jusqu'à l'endroit ou doit avoir lieu la préfabrication ou à la façon dont l'industrie des préfabriqués intervient dans la réduction des investissements.

R. SCHIEL, E. KEINTZEL, B. BUTA, A. KESSLER : Unités d'habitation à confort différencié en grands panneaux préfabriques, étudiés à la D.S.A.P.C. Brașov

La décision d'entreprendre la construction des unités d'habitation à confort différencié par la dotation et par le prix a déterminé la D.S.A.P.C. Brașov de préparer une étude à plusieurs variantes, où les solutions constructives — basées sur l'emploi des grands panneaux exécutés par l'Entreprise de Préfabriqués (IPEC) de Brașov et sur le chantier de Sibiu—sont étudiées par le menu détail.

Comme cet étude a reçu un avis favorable, on a entrepris la préparation des projets d'exécution à caractère reutilisable pour les solutions à grands panneaux en préfabriqués. Les auteurs présentet brièvement ces études et projets.

M. HALMAGIU : Considérations sur les possibilités d'améliorer la réalisation d'éléments préfabiqués en grande série en employant le béton précontraint

Les recherches et les experimentations entreprises jusqu'à présent sur le problème de l'amélioration de la qualité des tubes de pression en béton précontraint et sur la technologie de fabrication ont apporté d'importantes économies aux coûts d'investissments.

L'auteur décrit les recherches entreprises dans le laboratoire créé en 1967 à la Fabrique de Préfabriqués Progresul, en vue d'améliorer la technologie actuelle Premo, appliquée à la fabrication des tubes de pression en béton précontraint.

Les recherches ont abouti à l'exécution — à l'Entreprise pour Préfabriqués de Roman — d'une chaîne technologique à caractère industriel dans le but de vérifier et définitiver la nouvelle technologie de fabrication pour les fabriques de tubes qui vont être construites dans le futur.

INHALT

V. MARCU, I. MOICEANU : Das Kronstädter Fertigteilwerk IPEC – ein 20 jähriger Beitrag zur Industrialisierung des Bauwesens

Das Kronstädter Fertigteilwerk – das erste hierzulande gebaute Werk für die Erzeugung von Betonfertigteilen – feiert dieses Jahr 20 Jahre ununterbrochener Tätigkeit.

Die Autoren schildern in Kurzem die Entwicklung des IPEC und dessen Entstehen als eine unmittelbare Folge der Industrialisierung im Bauwesen.

Weiterhin werden etappenweise beschrieben die bedeutendsten Leistungen auf dem Gebiet der Erzeugung von Betonfertigteilen und der Fertigstellung von Spannbetonbauten – alles begründet durch Studien und Forschungen in Rahmen des Werkes durchgeführt.

In den letzten 10 Jahren hat das Kronstädter Werk seine Produktionskapazität verdoppelt und also 80 000 m^3 erreicht; die gesamte Produktion verlauft heute auf spezialisierte Fertigungsstrassen mit modernen Maschinen ausgerüstet, alle Erzeugungsprozesse sind mechanisiert und teilweise automatisiert.

Im Abschluss wird hervorgehoben der Beitrag der IPEC-Werke zur Einführung moderner Bauverfahren und zur Anwendung von Typenprojekten in Rumänien.

C. RENER : IPEC-Kronstadt interessiert sich für technologische Probleme

Die Erfahrung angehäuft im Kronstädter IPEC-Werk während seiner 20 jährigen Tätigkeit sowohl wie das Vorhandensein eines Projektierungsbüros, einer Schlosserei und einer mechanischer Werkstatt haben ein ununterbrochenes Interesse bewirkt für Prüfung und Anwendung neuer technologischer Verfahren.

Der Autor führt im Artikel einige Forschungen und Leistungen vor abgezielt auf eine Vervollkommnung der Ausführungsverfahren und die die Tätigkeit der Werke in den letzten fünf Jahren kennzeichnen.

M. DRIMER, T. DULL, C. C. IONESCU u.a.m : Typenfertigteile für den Hochbau

Die Autoren, auf dem Gebiet der Typenprojektierung tätig, ziehen eine Bilanz einer engen Zusammenarbeit mit dem Forschungsinstitut für Bauewsen und den Fertigteilwerken und heben hervor in grossen Zügen die bedeutendsten Fragen die heutzutage das Forschungs- und Projektierungswesen beschäftigen in Zusammenhang mit der Herstellung von denjenigen Fertigteilen die bei der Errichtung von Tragkonstruktionen hierzulande in der nächsten Entwicklungsetappe des Bauwseens angewandt werden sollen.

Der Artikel beschäftgt sich mit Typenfertigteilen für den Hoch – und insbesondere für den Wohnungsbau.

D. GRIGORIU : Einiges zur Entwicklung der Anschauungen in der Gestaltung und dem Bau von einstöckigen Industriehallen in Rumänien

Der Autor beitet uns ein schematisches Bild des Gedankenganges in der Gestaltung von einstöckigen Industriehallen in Rumänien in den 1959–1969 Jahren; kurzgefasst werden durchgeschaut die bedeutendsten Entwicklungsetappen einiger vielfach angewandter Lösungen wie z.B. die Projekte und Lisappen von Typenfertigteilen die vom Projektierungsinstitut für Typenbauten in Zusammenarbeit mit der Generaldirektion fur Fertigteile im Ministerium für Bauindustrie ausgearbeitet wurden.

M. ANASTASESCU : Die Betonfertigteilindustrie und die Senkung der Baukosten

Die Industrialisierung des Bauwesens schliesst auch die Erzeugung von Stahlbetonfertigteilen ein. Dieser Industriezweig hat zahlreiche Diskussionen herbeigeführt – alle hauptsächlich hervorgerufen durch den hohen Preis der Fertigteile die den Baustellen geliefert werden.

Es ist deshalb erforderlich dass sämtliche ökonomische Aspekte dieses Industriezweiges eingehend untersucht werden im Rahmen des allgemeinen Bemühen um eine allmähliche Senkung der Baukosten.

Der Autor untersucht im Rahmen dieses Artikles wo es am geigenetsten wäre vorzufertigen und wie die Fertigteilindustrie eine Senkung der Baukosten beeinflussen kann.

R. SCHIEL, E. KEINTZEL, V. BUTA, A. KESSLER : Wohnblocks mit differenzierten Komfortbedingungen nach den Entwürfen des DSAPC-Kronstadt aus grossen vorgefertigten Wandtfalen gebaut

Auf Grund des Beschlusses differenzierte Wohnungen was Raumanzahl, Komfort, Einrichtung und Preis betrifft zu bauen hat DSAPC-Kronstadt eine Studie in mehreren Varianten durchgeführt unter besonderer Berücksichtigung der baulichen Lösungen welche letztere sich auf die Anwendung von grossen Wandtafeln stützen; die Fertigteile liefern das Kronstädter Fertigteilwerk (IPEC) und das auf der Baustelle Hipodrom-Hermannstadt errichtete Fertigteilwerk.

Nach Begutachtung dieser Studie wurden allgemein gültige Ausführungszeichnungen ausgearbeitet für diejenigen Lösungen die Grosswandtaflen anwenden. Die Autoren beschreiben kurzgefasst diese Entwürfe.

M. HALMAGIU : Einige Betrachtungen über die Vervolkommung der Erzeugung einiger Ferigteiltypen von serienweise hergestellten Spannbeton Fertigteilen

Die Forschungen und Prüfungen die durchgeführt wurden abgezielt auf eine qualitative Verbesserung der Erzeugung von Spannbeton Druckrohrleitungen haben bedeutende Investionseinsparungen bewirkt.

Der Autor beschreibt die Forschungen die durchgeführt wurden im Laboratorium der Fertigteilwerke PROGRESUL seit 1967 abgezielt auf eine Vervollkommnung der gegenwärtig angewandten Premo-Technologie bei der Erzeugung von Spannbeton Druckrohrleitungen.

Auf Grund der oben angeführten Forschungen hat man im Rahmen des Fertigteilwerkes Roman eine industriemässig arbeitende Fertigungsstrasse errichtet deren Aufgabe ist das neue Erzeugungsverfahren zu prüfen und ihm endgültige Form zu geben; dieses Verfahren soll in den neuen geplanten Druckrohrleitungswerken angewandt werden.

СОДЕРЖАНИЕ

В. МАРКУ, И. МОИЧЕАНУ: Вклад — в течение своего двадцатилетнего существования брашовского Предприятия сборных строительных элементов (ИПЕК) — в дело индустриализации строительства

ИПЕК — первое в нашей стране предприятие изготовляющее строительные сборные элементы, празднует, в этом году 20-летие своего существования.

Авторы представляют краткие истроические данные, относящиеся к созданию ИПЕК, вследствие необходимости индустриализировать строительства.

Затем описаны по этапно достижения как в области сборного железобетона, так и в области преднапряженного бетона, внедренного на основании исследований и испытаний, произведенных в рамках цеха.

За последние 10 лет Брашовское предприятие удвоило свою производственную мощность, изготовляя в настоящее время 80000 м³ в год. Производство осуществляется на специализированных технологических линиях, при помощи современного оборудования, а производственные процессы механизируются и частично автоматизируются.

В заключении указывается на вклад ИПЕК в дело внедрения в С.Р. Румыния, новых строительных методов и применения типовых проектов.

К. РЕНЕР: Вопросы технологии в ИПЕК — Брашов

Опыт, накопленный ИПЕК — Брашов за 20 лет своего существования как и существование в рамках предприятия проектного бюро, механических и слесарных мастерских привели к постоянной заботе по экспериментированию и применению новых технологий.

В статье автор описывает несколько экспериментов и достижений, относящихся к совершентсвованию — за последние 5 лет существования предприятия — производственной технологии.

М. ДРИМЕРР, Т. ДУЛЛ, К.К. ИОНЕСКУ И ДР.: Типовые сборные строительные элементы в области общественно-бытового строительства

Авторы, проектировщики в области типизации, подводят итог деятельности развернутой в тесном сотрудничестве с Институтом по Исследованию строительства и управлениями изготовляющими сборные элементы излагая, в общих чертах актуальные вопросы исследования и проектирования для разработки сборных элементов которые являются несущими схемами будущего этапа развития строительства в нашей стране.

Статья относится к типизации элементов, необходимых для общественно-бытовых зданий и в особенности для жилых зданий.

Д. ГРИРОРИУ: Аспекты эволюции компановки и возведения несущих схем одноэтажных промышленных цехов в С.Р. Румыния

Автор схематически описывает, на примерах, эволюцию компановки одноэтажных промышленных цехов в Румынии за период 1950—1969 гг., в кратце просматривая важнейшие этапы различных широко применяемых решений то есть тех которые относятся к проектам и каталогам сборных элементов, разработанных Институтом проектирования типового строительства в сотрудничестве с Центральной Дирекцией сборных элементов Министерства Строительной Индустрии.

М. АНАСТАСЕСКУ: Индустрия сборного бетона и снижение цен в строительстве

В рамких индустриализации строительства укладывается и индустриализация сборного железобетона. Данная индустрия породила много толков, возникших в особенности в связи с высокой ценой сборных элементов поставляемых стройкам.

В данный момент в нашей стране предпринимаются обширные меры по последовательному снижению стоимости строительства что приводит к необходимости пересмотреть экономические аспекты этого производства.

Автот анализирует в статье вопросы места, где следует изготовлять сборные элементы и пути влияния индустрии сборных элементов на снижение стоимости капиталовложений.

Р. ШИЛ, Е. КАИНЦЕЛ, В. БУТА, А. КЕССЛЕР: Жилые этажные здания с различным комфортом, запроектированные Дирекцией районного планирования, архитектуры и проектирования строительства (Д.С.А.П.Ч.) — Брашов

Вследствие постановления о возведении жилых зданий, различающихся по числу комнат, комфорту, оборудованию и цене ДСАПЧ-Брашов разработал исследование с вариантами в котором были детально рассмотрены строительные решения основанные на использовании крупных панелей, изготовляемых Предприятием сборных элементов (ИПЕК) — Брашов и на полигоне стройки ,,Иподром'' в г. Сибиу.

После утверждения этого исследования приступили к разработке строительных чертежей, носящих характер многократно применяемых проектов, основанных на сборных крупных панелях. Авторы описывают вкратце эти проекты.

М. ХАЛМАДЖИУ: Соображения относительно возможностей улучшения изготовления крупносерийных сборных преднапряженных элементов

Исследования и испытания, произведенные до настоящего времени по улучшению качества бетонных преднаприяженных напорных труб и технологии изготовления приводят к значительному снижению стоимости капиталовложении.

Автор описывает исследования произведенные в рамках заводской лаборатории созданной в 1967 году при заводе сборных элементов ,,Прогрессул'' с целью улучшения существующей технологии Премо по изготовлению напрорных бетонных преднапряженных труб.

На основании указанных исследований на предприятии сборных элементов в г. Роман организована — нося индустриальный характер — технологическая линия для проверки и окончательной разработки новой технологии изготовления которая будет применяться на новостроящихся предприятиях для изготовления труб.

Contribuţia întreprinderii de prefabricate de elemente de construcţii (IPEC) din Braşov la industrializarea construcţiilor în cei 20 de ani de activitate

Ing. V. Marcu, ing. I. Moiceanu
M.I.C. IPEC–Braşov

Întreprinderea de prefabricate din Braşov, prima fabrică de elemente de construcţii din ţara noastră, sărbătoreşte în acest an împlinirea a două decenii de la primele sale realizări.

Creată în anii regimului nostru, această nouă ramură (a prefabricatelor) în industria de construcţii a izvorît din necesitatea de a da o orientare nouă modului de a se construi, corespunzătoare ritmului impus de cerinţele dezvoltării economiei socialiste în plin avînt. Metodele tradiţionale de lucru folosite în trecut nu mai corespundeau. Constructorii trebuiau să aplice metode noi, care să permită micşorarea timpului de execuţie, să reducă activitatea sezonieră, să reducă consumul de materiale deficitare, să mărească productivitatea muncii, să ducă la îmbunătăţirea calităţii şi să reducă preţul de cost al lucrărilor.

Singura rezolvare eficientă a acestor probleme era industrializarea construcţiilor, iar una din căile importante de realizare a acesteia, folosirea elementelor de construcţii prefabricate executate în serie, în fabrici specializate în acest scop.

I. ISTORICUL FABRICII DE PREFABRICATE DIN BRAŞOV

Ca urmare a memoriului prezentat de un colectiv de ingineri din cadrul Intreprinderii nr. 5 a fostei centrale ,,Ardealul'' pentru construcţii industriale şi civile (C.I.C.), la 11 martie 1949, Ministerul Construcţiilor aprobă fondurile necesare înfiinţării unui atelier experimental dotat cu un laborator.

Pe baza proiectelor întocmite de acelaşi colectiv, în august 1949 începe construcţia unui atelier destinat să asigure prefabricatele necesare construcţiei pentru două şantiere : ,,centrul de ucenici'' şi ,,cartierul muncitoresc'' al actualei Uzine de autocamioane ,,Steagul Roşu'' din Braşov.

Pentru început s-au construit două hale de lemn, cu o suprafaţă de 1 140 m² şi o baracă pentru birouri. Într-una din hale se executau elementele prefabricate, iar în cealaltă au fost instalate atelierul de tipare, laboratorul şi atelierul mecanic. De menţionat că toate utilajele specifice— ca plăci vibratoare, mese vibrante, presa pentru încercarea probelor, aparate şi dispozitive pentru întinderea corzilor pentru betoane precomprimate, dispozitive de ridicat şi montaj etc. — au fost proiectate şi executate de colectivul atelierului cu sprijinul inginerilor mecanici de la uzinele ,,Steagul Roşu'' şi ,,Metrom''.

O dată creat acest nucleu de bază materială, după o serie de studii şi încercări, învingînd greutăţile începutului, se trece la primele realizări.

II. REALIZĂRI ÎN 1949–1959

O primă realizare o constituie executarea şi montarea unui planşeu din grinzi cu secţiunea în T, cu corpuri de umplutură din beton de zgură (fig. 1). Se realizează, de asemenea, în acea perioadă, un subsol prefabricat destinat unor depozite la centrul de ucenici, realizare deosebită pentru acea perioadă (fig. 2).

Ambele lucrări — realizate în timp record faţă de metodele tradiţionale— demonstrează practic, pentru prima dată în ţara noastră, avantajele prefabricării şi stimulează activitatea în continuare. Cu această ocazie se realizează :

— planşeele prefabricate la hotelul ,,Poiana'' ;

— şedurile şi planşeele halei de turnătorie de la uzina ,,Bela Brainer'' ;

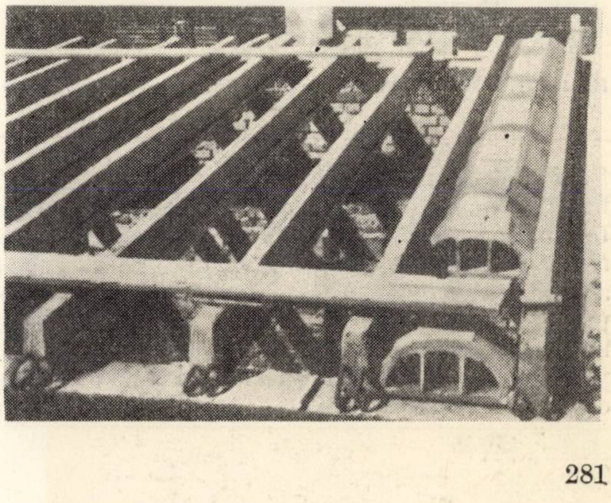
— planşee prefabricate realizate din chesoane pentru locuinţele din cartierul muncitoresc ,,Steagul Roşu'' ;

— stîlpi cu greutate de 10 t la hala de strungărie şi sculărie ,,Metrom'' ;

— hale complet prefabricate pentru extinderea atelierului de prefabricate, sculărie şi tîmplărie de la ,,Steagul Roşu''.

Paralel cu prefabricatele de beton armat, atelierul din Braşov îşi desfăşoară studiile şi încercările şi în domeniul betonului precomprimat.

Fig. 1 – Planşeu din grinzi cu secţiunea T şi corpuri de umplutură



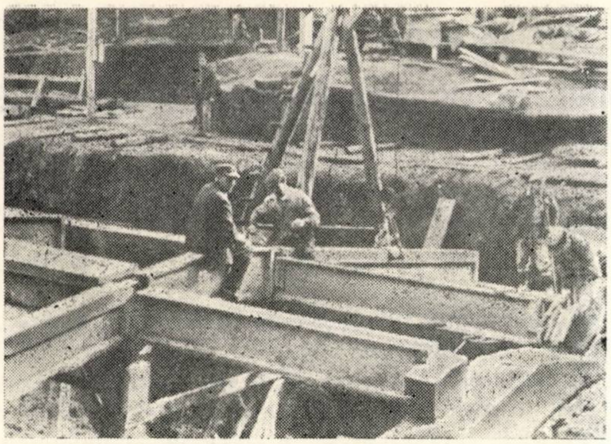


Fig. 2 – Subsol prefabricat la depozitul Centrului de ucenici

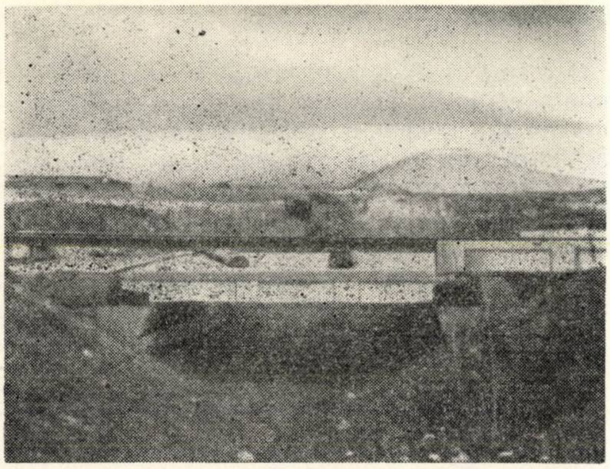


Fig. 3 – Primul podeț de cale ferată executat din beton armat precomprimat

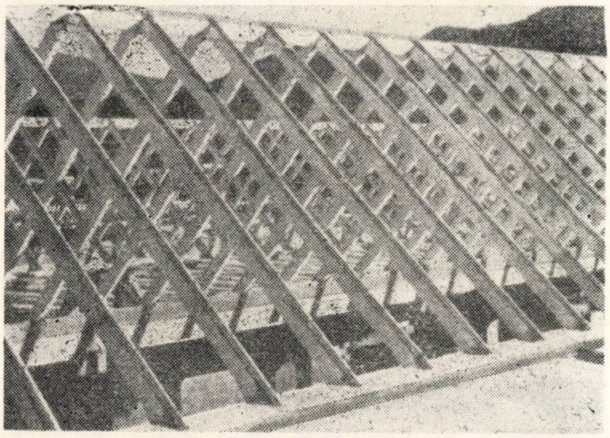


Fig. 4 – Tip de luminător din elemente de beton armat ușor asamblate prin precomprimare

Se fac determinări pentru cunoașterea posibilităților de realizare a unor mărci superioare de beton, cercetări asupra compactării și tratamentului termic al betoanelor, determinarea cu aparatură proprie a caracteristicilor oțelurilor privind alungirile și limita de elasticitate, încercări privind deformările sub sarcini ale pieselor, comportarea diferitelor tipuri de blocaje, pierderile la tensiune etc.

În 1950 se realizează, pe baza rezultatelor obținute, proiectul și execuția primei lucrări din beton precomprimat din țara noastră, un podeț de cale ferată normală pe linia de garaj a fabricii „Răsăritul" din Brașov (fig. 3). Podețul, cu o deschidere de 3,15 m, este executat dintr-o dală alcătuită din 28 de grinzi de beton armat precomprimat așezate una lîngă alta și precomprimate transversal cu bare de oțel OL 50 întinse cu piulițe.

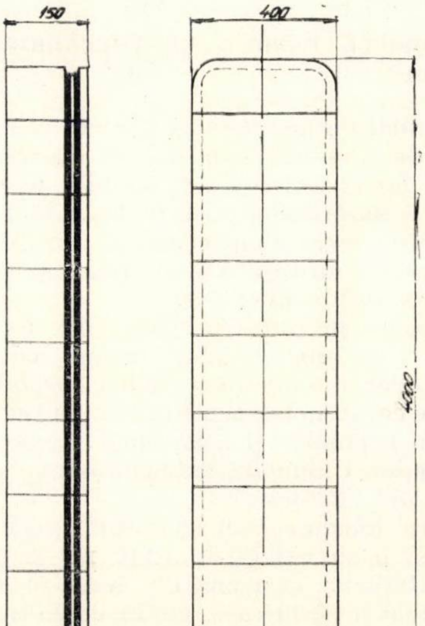
În același an se execută pentru hale industriale un nou tip de luminător (fig. 4), executat din elementele de beton armat ușoare asamblate prin postcomprimare, folosind ancoraje din plăci cu pene de tip Magnel. În această soluție s-a executat un volum important de hale industriale (25 de hale), la Brașov, Făgăraș, Sighișoara.

În 1951 se execută o lucrare mai importantă în domeniul betonului precomprimat, anume o pasarelă de 19 m deschidere peste rîul Ghimbășel, la fabrica de scule din Rîșnov.

Cele două grinzi cu secțiune T erau executate din elemente de beton simplu, de 0,5 m lungime și postcomprimate cu cîte 68 de corzi de oțel superior Ø 5 mm (rezistența la rupere 168 kg/mm^2) de o parte și de cealaltă a inimilor.

În aceeași perioadă se realizează din bolțari de beton simplu executați la vibropresă, asamblați prin postcomprimare cu corzi de oțel superior și un sistem de ancoraje originale (noduri de beton tip IPEC), elemente de planșeu

Fig. 5 – Fișie tip IPEC. Lățime 400 mm și lungimi diferite



pentru construcţii civile (fig. 5). Aceste elemente, cunoscute sub denumirea de fîşii IPEC, au fost folosite la blocuri de locuinţe în cartierul muncitoresc din vecinătatea fabricii.

Adoptînd şi îmbunătăţind sistemul sovietic de precomprimare prin cabluri ancorate de tip Korovkin, se execută grinzi de pod pentru o linie dublă de garaj la combinatul chimic Făgăraş, cu trei deschideri a 10 m. Rezultatul încercării unei grinzi din lotul executat a făcut ca Ministerul Căilor Ferate să extindă soluţia, executînd în 1954 refacerea suprastructurii unui pod pe una din principalele linii curente din ţară.

În acelaşi an, folosind preturnarea la şantier, colectivul fabricii execută şi un pod de cale ferată din grinzi de 50 t, cu deschidere de 24 m, realizare deosebit de îndrăzneaţă pentru acea perioadă şi care a fost încununată de un succes deplin.

În 1953—1954, pe baza unor experimentări şi încercări făcute în fabrică, se iniţiază executarea unor structuri de hale acoperite cu grinzi cu zăbrele executate din elemente (cadre sau bare) asamblate prin postcomprimare. Astfel, la combinatul chimic Făgăraş se acoperă o suprafaţă de 3 200 m^2 cu grinzi-zăbrele de 24 m deschidere, din panouri asamblate cu cabluri Korovkin.

Sistemul este folosit apoi la două hale de producţie anexe la atelierele de prefabricate din Braşov şi la fabrica de faianţă din Sighişoara (1959).

Începutul şi desfăşurarea folosirii acestor elemente au prilejuit Institutului de proiectări tip (I.P.C.T.) posibilitatea adoptării unui proiect tip de elemente de acoperiş la hale industriale din fragmente, cu indici de consum de oţel şi beton avantajoşi, folosit îndeosebi la investiţiile Ministerului Economiei Forestiere la combinatele de industrializarea lemnului de la Blaj, Gherla, Dej, Rădăuţi, Focşani, Suceava, sistem extins ulterior şi la alte lucrări.

Descrierea acestui sistem adoptat pentru industrializarea grinzilor cu zăbrele din elemente fragmentate (şi se pare că ideea s-a născut în ţara noastră) a prilejuit participarea României cu primul referat de specialitate la cel de al treilea congres internaţional F.I.P. de la Berlin din 1958.

În 1954 se execută la atelierele din Braşov, experimental, prototipul unor noi sisteme de acoperiş formate din unde curbe realizate din bolţari asamblaţi prin postcomprimare cu cîte 12 cabluri a două corzi Ø 6, folosind ancorajul original IPEC.

Ca urmare a rezultatelor obţinute, în anul următor, pe baza unui proiect propriu, Trustul 1 construcţii din Bucureşti execută acoperişul unei turnătorii realizat din 12 unde din elemente de suprafaţă curbe precomprimate. O soluţie asemănătoare execută Trustul 9 Cluj la o hală pentru industria chimică.

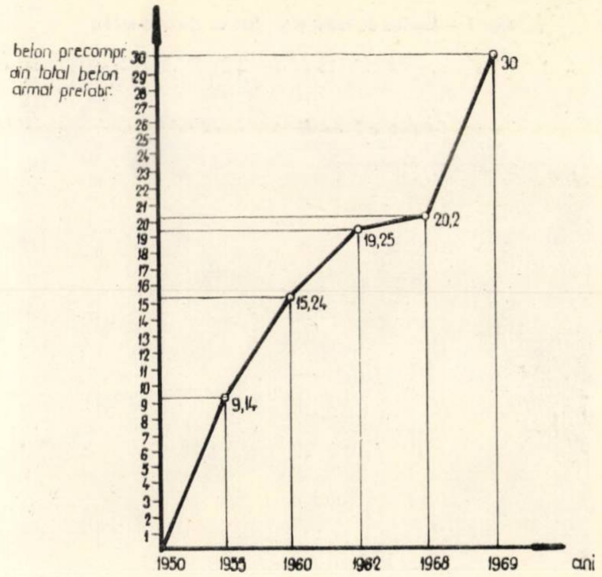
Preocuparea pentru extinderea folosirii betonului precomprimat ia amploare din ce în ce mai mare. Se execută astfel, în 1955—1962, grinzi pentru acoperiş cu inima plină, cu secţiune dublu T, de 12 şi 18 m deschidere, pentru acoperirea unei hale de la fabrica de azbociment din Bicaz. Cu această ocazie se folosesc cablurile de 50 t, la care unul din ancoraje, realizat din bucle fretate, este înglobat în masa betonului. În acelaşi an se execută o cale de rulare exterioară la combinatul chimic Făgăraş, cu deschidere de 25 m şi travee de 21 m. La această lucrare, stîlpii căii de rulare se execută din bolţari făcuţi în fabrică şi asamblaţi pe şantier prin precomprimare. O soluţie similară, constînd dintr-o grindă de rulare pentru un pod de 10 t, cu 28,5 m deschidere şi stîlpii căii de rulare din bolţari asamblaţi prin precomprimare, se execută în aceeaşi perioadă şi la depozitul de produse finite de la IPEC.

Elementele fragmentate de beton precomprimat executate şi livrate de fabrică sînt asamblate prin precomprimare, în prima perioadă, pe şantiere, cu sprijinul fabricii de prefabricate din Braşov. Echipe formate din muncitori de înaltă calificare şi tehnicieni specialişti în precomprimare, dotate cu aparatura necesară, s-au deplasat la noile şantiere din acea perioadă, executînd la faţa locului asamblarea prin precomprimare a elementelor executate în fabrică.

Ulterior, colaborarea tehnică cu şantierele unde se foloseau elemente precomprimate a luat o nouă formă, prin închirierea utilajelor, confecţionarea în fabrică şi apoi livrarea fasciculelor, a tecilor şi uneori a dispozitivelor de blocare.

De la primele realizări în domeniul betonului precomprimat, acesta a ocupat— aşa cum se vede şi din graficul din figura 6 — o pondere importantă în fiecare an în totalul volumului de elemente prefabricate executate în fabrică.

Fig. 6



Paralel cu dezvoltarea producţiei de elemente de beton armat şi precomprimat destinate construcţiilor industriale apar şi preocupări pentru introducerea unor soluţii moderne şi pentru construcţiile de locuinţe şi social-culturale.

Astfel, pe baza unui proiect întocmit de fabrică se execută şi montează, în 1957, două blocuri mari finisate, executate din scorie bazaltică şi cu planşee din fîşii precomprimate tip IPEC.

De asemenea, în colaborare cu institutul de cercetări (I.C.S.C.) se execută elemente prefabricate pentru un cămin studenţesc şi o clădire administrativă, ambele de beton uşor, folosind ca agregat scorie bazaltică şi deşeuri ceramice.

III. REALIZĂRI ÎN 1959–1969

Dezvoltarea impetuoasă a economiei noastre naţionale din ultimul deceniu sporeşte continuu volumul construcţiilor şi pune probleme deosebite dezvoltării industriei de prefabricate.

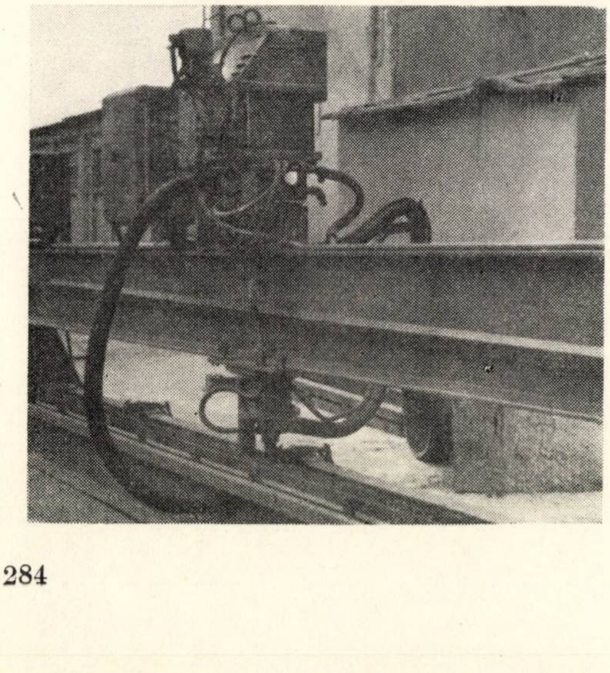
Paralel cu construirea unor noi fabrici, cum sînt cele din Galaţi, Craiova, Călăraşi, Bucureşti-Militari, vechile fabrici îşi sporesc substanţial capacitatea şi îndeosebi îşi modernizează procesele tehnologice. Astfel, fabrica din Braşov, pe baza unui proiect elaborat de I.P.I.M.P.C., îşi dublează capacitatea la 50 000 m^3, pentru ca, în prezent, să ajungă la cca 80 000 m^3.

Producţia la IPEC începe să se desfăşoare pe linii tehnologice specializate, se introduc utilaje moderne, procesele de producţie se mecanizează şi parţial se automatizează, creşte nivelul calitativ al produselor.

Astfel, gospodăria de materiale de masă este complet mecanizată, depozitarea şi transportul agregatelor pe sorturi se fac cu benzi transportoare, cimentul este vehiculat pneumatic. Prepararea betonului se execută într-o centrală automatizată, cu dozatoare de cel mai înalt nivel tehnic.

Secţiile anexe, cum este cea de carcase, sînt dotate cu utilaje moderne pentru îndreptat şi tăiat oţelul, pentru fasonarea armăturilor; se extinde la maximum asamblarea carcaselor prin sudură.

Fig. 7 – Maşina de sudat plase late cu electrod mobil



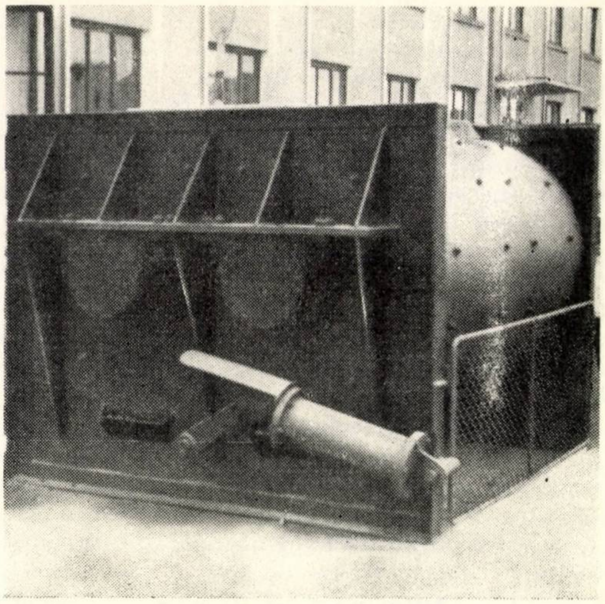


Fig. 8 – Malaxor cu amestec forţat

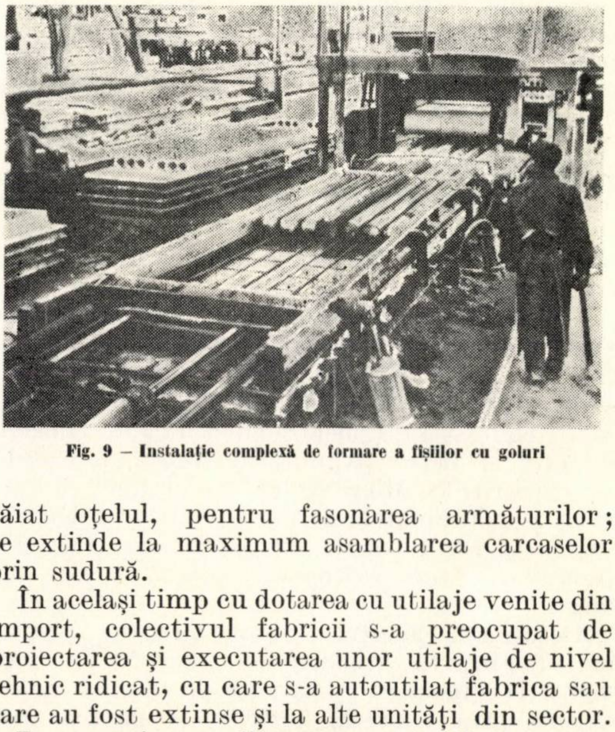


Fig. 9 – Instalaţie complexă de formare a fîşiilor cu goluri

În acelaşi timp cu dotarea cu utilaje venite din import, colectivul fabricii s-a preocupat de proiectarea şi executarea unor utilaje de nivel tehnic ridicat, cu care s-a autoutilat fabrica sau care au fost extinse şi la alte unităţi din sector.

De menţionat dintre aceste utilaje: mese vibrante, maşina de împletit sîrmă SBP, maşina de sudat plase late cu un electrod mobil (fig. 7), malaxoare cu amestec forţat de diferite capacităţi (fig. 8), instalaţie complexă de formarea fîşiilor cu goluri (fig. 9), abcant pentru îndoit plase plane (fig. 10).

Pe liniile de fabricaţie modernizate se conturează procese tehnologice pentru sortimente bine precizate, ca elemente pentru locuinţe şi clădiri social-culturale, elemente pentru electrificare, elemente de beton armat şi precomprimat pentru construcţii industriale, elemente prefabricate pentru construcţii agrozootehnice.

De pe aceste linii tehnologice au pornit elemente prefabricate pentru marile şantiere industriale ale ţării : combinatele chimice de la Oneşti, Borzeşti, Săvineşti, Brazi, T. Măgurele şi combinatele de industrializarea lemnului de la Blaj, Gherla, Piteşti, Suceava, Rădăuţi, Focşani.

Începuturile realizate în perioada 1956—1957 în domeniul elementelor pentru construcţii civile şi social-culturale sînt dezvoltate în această perioadă.

În 1959, în urma experimentărilor efectuate la întreprinderea ,,Progresul"-Bucureşti, se proiectează în fabrică tehnologia pentru executarea panourilor mari pentru locuinţe. În acelaşi an se trece pentru prima dată la executarea de mare serie a prefabricatelor din panouri mari (fig. 11), producţie care continuă şi astăzi, executîndu-se pînă în prezent peste 10 000 de apartamente montate în cea mai mare parte în Braşov şi în mai mică măsură în Sibiu, Ploieşti şi Sf. Gheorghe.

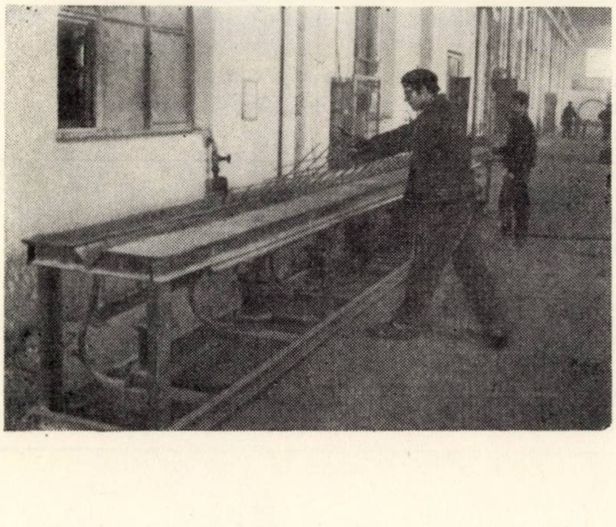
Creşterea cu fiecare an a producţiei de panouri mari a fost însoţită, ca urmare a modificărilor tehnologice făcute cu concursul D.G.P. şi cu colaborarea INCERC şi I.P.C.T., de reducerea consumului de ore pe apartament, de creşterea productivităţii muncii în fabrică şi de creşterea gradului de finisare superioară a suprafeţelor.

În prezent, liniile tehnologice de panouri mari sînt echipate pentru executarea elementelor necesare construcţiilor de locuinţe cu diferite grade de confort.

Linia tehnologică pentru executarea fişiilor cu goluri se mecanizează prin proiectarea, în cadrul atelierului de proiectare şi executarea în cadrul atelierelor mecanice ale întreprinderii, a unei instalaţii complexe de format fîşii cu goluri (instalaţie extinsă ulterior şi la o serie de poligoane), care are ca urmare reducerea consumului de manoperă pe m² de fîşii cu peste 50%.

Pe linia preocupărilor pentru îmbunătăţirea tehnologiilor trebuie menţionată proiectarea în 1962 şi executarea cu un an mai tîrziu a unei linii de conveier pentru executarea elementelor prefabricate necesare construcţiilor industriale, ca : ferme, pane, chesoane etc.

Fig. 10 – Maşină de fasonat plase plane sudate



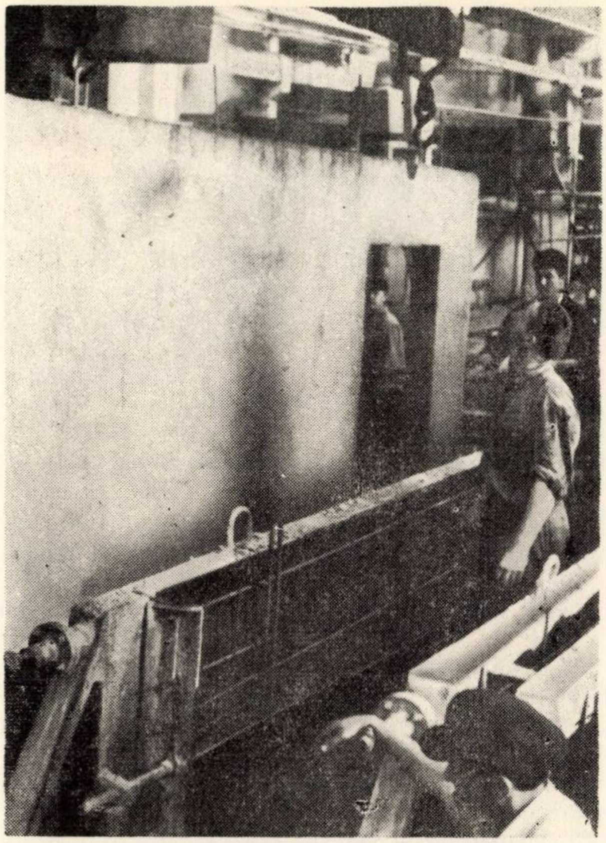


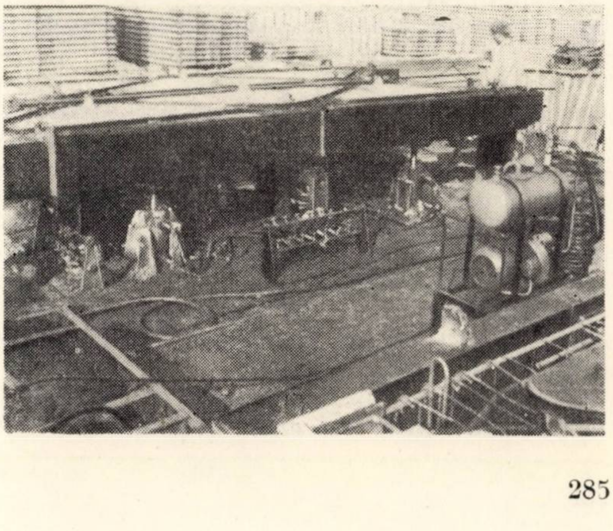
Fig. 11 – Fază din decofrarea panourilor mari interioare

Linia de stîlpi electrici îşi măreşte an de an capacitatea de producţie, ca urmare a dotării ei cu utilaje complexe pentru tensionarea şi blocarea firelor, cu utilaje de turnare etc.

Volumul sporit de elemente precomprimate pentru construcţii industriale duce la necesitatea proiectării şi executării, în 1967, a unei linii tehnologice pentru elemente de ferme, după un proiect îmbunătăţit (proiect 2066) elaborat de I.P.C.T.

La această linie se aplică un nou procedeu tehnologic : decofrarea prin expulzare hidraulică, folosindu-se tipare de tip cochilă (fig.12). Folosirea procedeului a avut ca urmare reducerea consumului de manoperă, mai buna în-

Fig. 12 – Aspect al liniei de executat elemente de ferme după proiect 2066



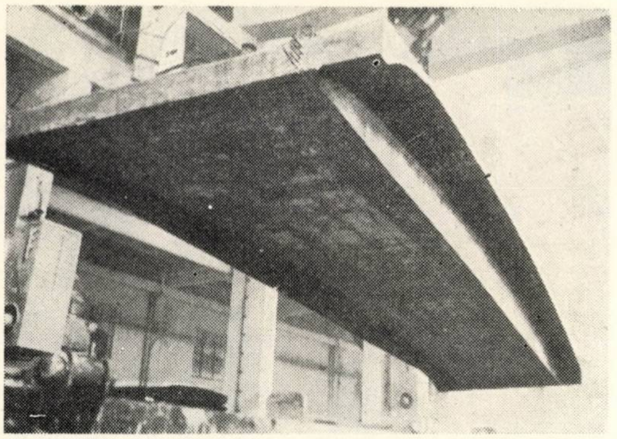


Fig. 13 – Element tip pilon de mare suprafață din beton precomprimat de 3 × 12 m

treținere și folosire a tiparului și mai ales obținerea unor elemente de înalt nivel calitativ.

Dezvoltarea producției de elemente prefabricate a fost însoțită în permanență de preocupări în domeniul introducerii tehnicii noi.

Producția noilor tipuri de elemente prefabricate a fost precedată de execuția prototipurilor și încercarea lor pe standul de încercări existent în fabrică.

Ea a fost totodată rodul unei fructuoase colaborări între fabrică, institutul de cercetări și institutul de proiectări tip, ea fiind permanent sprijinită de direcția generală.

Printre prototipurile executate și încercate se pot menționa : fermele precomprimate după proiectul 2066, grinzile precomprimate cu inimă plină, armate cu toroane după proiectul 2115 etc.

Recent a fost executat și încercat pe stand, obținîndu-se rezultate satisfăcătoare, prototipul unui element precomprimat cu carcase de mare suprafață pentru acoperișurile halelor precomprimate. Elementul este deosebit de economic (fig. 13) și urmează să intre în producția de serie.

Obținerea unor elemente prefabricate la un nivel din ce în ce mai ridicat și mai ales executarea în fabrici a unor elemente de mare serie au impus renunțarea la tiparele de lemn (folosite la producerea primelor elemente) și trecerea la tipare metalice.

Volumul sporit de tipare metalice care trebuiau executate a dus la necesitatea dezvoltării producției de tipare în cadrul sectorului de prefabricate. Ca urmare, pe baza unui proiect executat în cadrul fabricii, vechiul atelier de tîmplărie a fost reprofilat în atelier de tipare metalice.

Organizată pe baza fluxului tehnologic proiectat în condițiile unui minim de dotare, producția de tipare se dezvoltă an de an, ajungînd ca în 1969 să crească cu 40% față de primul an, executîndu-se tipare, atît pentru nevoi proprii, cît și pentru nevoile întregului sector de prefabricate din țară (fig. 14).

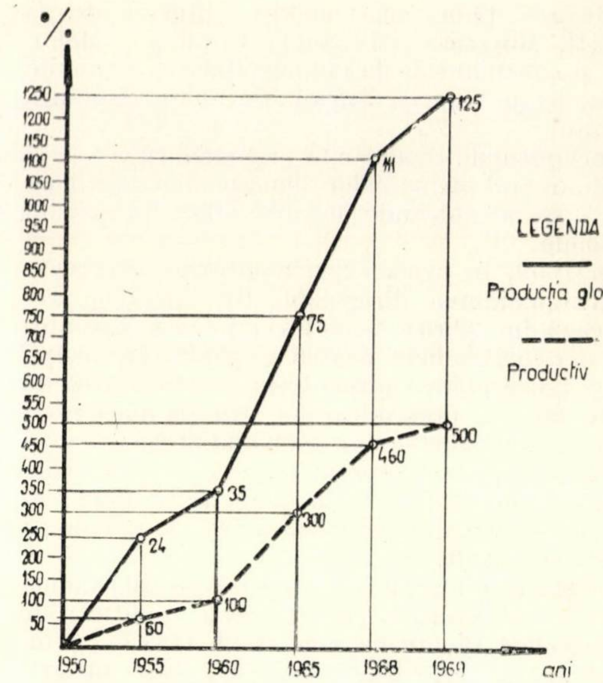


Fig. 14 – Graficul creșterii producției globale și a productivității

Producția de tipare metalice nu a crescut numai cantitativ. Ca urmare a apariției elementelor prefabricate precomprimate de mare tonaj și a cerințelor deosebite de ordin calitativ și economic ce se impun acestor elemente, în cadrul atelierului de proiectare al fabricii se proiectează tipare cu un mare grad de complexitate, care se execută în cadrul atelierului respectiv prin prelucrări mecanice, realizîndu-se tipare cu toleranțe prescrise în standarde. Astfel, se execută tipare cochilă și tipare autoportante cu expulzare hidraulică, cu greutăți de 10—15 t, în care se realizează elemente prefabricate de un înalt nivel calitativ.

IV. CONCLUZII

Analizînd activitatea fabricii de prefabricate din Brașov la popasul prilejuit de cea de a douăzecea aniversare de la înființare se constată că, datorită condițiilor create de regimul nostru de democrație populară, ea a fost nucleul care :

1. a introdus în țara noastră și a contribuit cu perseverență, în mare măsură, la introducerea metodelor noi în construcție ;

2. a introdus tipuri noi de elemente prefabricate de beton armat și precomprimat cu eficiențe economice mult superioare celor cunoscute în țară la vremea respectivă și a căutat continuu promovarea noului în practica construcțiilor ;

3. a creat o adevărată școală de meseriași, tehnicieni și ingineri, care la noile lor locuri de muncă au promovat tehnica acumulată, creînd, la rîndul lor, noi cadre de specialiști ;

4. prin realizări multiple și variate, a impulsionat, în special în perioada de început, introducerea în practică a noilor metode avansate de lucru și a creat premisele aplicării la noi a proiectelor tip în ceea ce privește elementele de construcții.

Preocupări tehnologice la IPEC – Braşov

Ing. C-tin Rener
IPEC – Braşov

Dezvoltarea economiei noastre naţionale şi dezvoltarea ritmului de industrializare a construcţiilor impun întreprinderilor existente de prefabricate pentru construcţii civile intensificarea preocupărilor pentru mărirea productivităţii muncii, pentru exploatarea intensă a spaţiilor existente la indici superiori, modernizarea tehnologiilor existente, îmbunătăţirea parametrilor lor funcţionali.

Intreprinderea de prefabricate Braşov a acumulat o experienţă bogată în industria de prefabricate în cei 20 de ani de activitate, iar datorită existenţei la această unitate a unor ateliere mecanice şi de lăcătuşerie puternice, cît şi a unui atelier de proiectare dezvoltat, preocuparea pentru experimentarea şi aplicarea unor noi tehnologii de producţie a prefabricatelor este o activitate importantă a colectivului întreprinderii.

Această activitate, sprijinită activ de Direcţia generală a prefabricatelor din M.I.C., se concretizează în planurile tehnice ale întreprinderii, din care se valorifică un mare număr de teme în producţia curentă a IPEC sau a altor întreprinderi din sectorul D.G.P.

Se menţionează în acest sens următoarele experimentări şi realizări mai importante privind îmbunătăţirea tehnologiilor de execuţie din ultimii 5 ani de activitate a întreprinderii :

— realizarea unei tehnologii experimentale tip conveier cu tunele de tratare termică, dată în funcţiune în 1964 ;

— experimentarea turnării spalierelor pe instalaţia cu corp rotativ (1965), reluată şi finalizată în 1968 de I.C.M.P.C. ;

— experimentarea turnării fîşiilor cu goluri în flux vertical (1965—1966) ;

— realizarea unei instalaţii de îndoit plase sudate plane extinsă în întreg sectorul D.G.P. la armarea prefabricatelor ;

— realizarea în 1965—1966 a unei instalaţii tehnologice „cap de formare" de fabricare a fîşiilor cu goluri extinsă în unele unităţi ale D.G.P. şi la unităţile de producţie ale unor trusturi locale de construcţii din ţară ;

— realizarea în 1967—1968 a unei tehnologii pentru producerea în tipare cochilă şi decofrarea prin expulzare hidraulică a elementelor de fermă, proiect 2066 I.P.C.T. Procedeul a fost generalizat şi la tiparele purtătoare pentru elementele precomprimate prin aderenţă, grinzi cu inimă plină, proiect 2115 I.P.C.T. ;

— realizarea în 1968—1969 a tehnologiei experimentale pentru producerea elementelor curbe de acoperiş pentru hale industriale cu secţiune TT cu dimensiuni de 12 × 3 m în curs de asimilare în sectorul D.G.P. ;

— realizarea în 1968—1969 a tehnologiei experimentale pentru producerea stîlpilor electrici în tipare cochilă pe instalaţia de formare-vibrare ;

— realizarea în 1968 a malaxorului de 1 000 litri cu amestec forţat şi axe orizontale, tip IPEC, în curs de extindere în sectorul D.G.P.

Aceste realizări, la care de cele mai multe ori au stat la bază idei originale şi care se adaugă la ansamblul realizărilor tuturor întreprinderilor de prefabricate, demonstrează capacitatea existentă în sectorul D.G.P. de a ridica din ce în ce mai mult industria de prefabricate la nivelul tehnic şi la indicii de productivitate ai ţărilor cu tradiţii mai ample în această ramură a construcţiilor.

În continuare sînt prezentate două din realizările tehnologice recente ale IPEC-Braşov.

INSTALAŢIA TEHNOLOGICĂ PENTRU FORMAREA STÎLPILOR LEA PRECOMPRIMAŢI PROIECT 831/II I.P.C.T.

Instalaţia proiectată şi executată de IPEC cu sprijinul activ al serviciului tehnologic din D.G.P., pe baza unor idei originale, cuprinde :

— tipare cochilă pentru 4 stîlpi în baterie (SE 1 sau SE 4) (fig. 1) ;

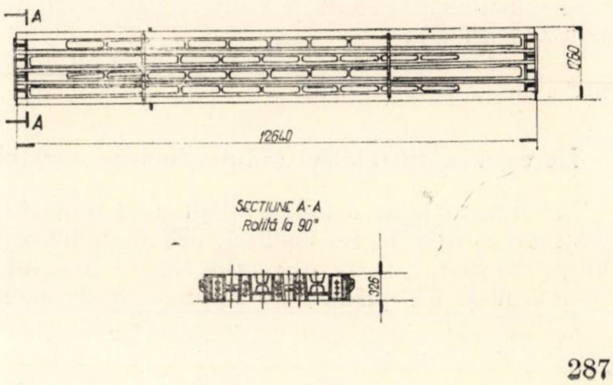
— platformă vibrantă de 10 t, echipată pentru formarea stîlpilor (fig. 2) ;

— post de decofrare cu acţionare hidraulică (fig. 3).

Instalaţia a fost experimentată la IPEC-Braşov în 1968 în cadrul planului tehnic al întreprinderii şi valorificată la I. P. Turda, în producţie curentă pentru stîlpi SE 1 şi SE 4 (fig. 4).

În cursul experimentărilor care au cuprins cicluri complete de fabricaţie (curăţarea şi

Fig. 1 – Tipar autoportant baterie pentru stilpi SE 1 (SE 4)



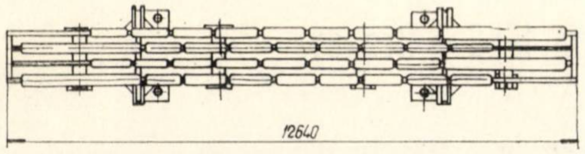


Fig. 2 – Platforma de formare și vibrare pentru stîlpi SE 1 (SE 4)

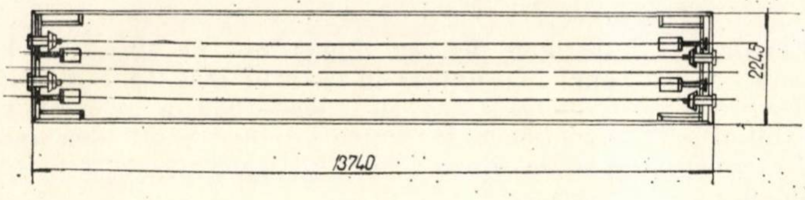


Fig. 3 – Platforma de decofrare prin expulzare hidraulică pentru stîlpi SE 1 (SE 4)

ungerea tiparelor, armare, tensionare fir cu fir cu presa Max-Paul de 6 t, turnarea și finisarea betonului, transporturi diferite, tratare termică și decofrare) s-a înregistrat un consum de manoperă mai scăzut față de tehnologiile în stand aplicate în prezent în țară la executarea stîlpilor LEA.

1. La tehnologia în stand liniar cu anfilarea și tensionarea fir cu fir cu instalația de tip STASA, s-a realizat în 1968, la IPEC, un volum de manoperă de cca 11,5 ore/m^3 pe linia tehnologică.

2. La tehnologia în stand liniar cu anfilarea și tensionarea în grup a firelor SBP aplicată la alte întreprinderi din sectorul prefabricate al M.I.C. sau la unitățile M.E.E. se poate reduce manopera cu cca 7% față de tehnologia de la pct. 1.

3. Reducerea consumului de manoperă la tehnologia cu instalație de formare și vibrare se datorește faptului că unele operații, cum ar fi turnarea și compactarea betonului, extragerea cutiilor și finisarea necesită un consum redus de timp. Față de tehnologia de la punctul 1, manopera poate fi redusă cu cca 35%, ajungîndu-se la un consum de manoperă de cca 8 ore/m^3 pentru un ciclu total de 18 ore, din care 12 ore de tratare termică. Tehnologia se poate desfășura în lanț de agregate sau în conveier, cu utilizarea superioară a spațiului liniei tehnologice față de tehnologia în stand.

În figurile 1, 2 și 3 sînt date cele trei elemente de bază ale tehnologiei de execuție a stîlpilor LEA precomprimați SE 1 cu instalația de formare-vibrare, și anume :

— tipar autoportant cochilă pentru 4 buc SE 1 (fig. 1);

— platformă vibrantă pentru tipare cochilă SE 1 (fig. 2);

— post de decofrare prin expulzare cu acționare hidraulică (fig. 3).

Descrierea instalației și funcționarea acesteia

1. Tiparul pentru patru stîlpi SE 1 în baterie (sau SE 4) este de tip cochilă, adică cu laterale lungi nerabatabile, prinse rigid, legate de fundul tiparului și cu plăcile de capăt demontabile. Părțile laterale au pante de 4,3%, care ușurează decofrarea piesei finite.

Tiparul este purtător, adică pînă la transferul efortului din toroanele SBP (3 Ø 3 conform proiect I.P.C.T.) asupra betonului, acestea transmit efortul tiparului, pe care sînt blocate la capete.

Tiparul este încălzitor, întărirea betonului fiind accelerată prin tratament termic cu abur introdus la 90—100° în cămașa dublă a tiparului.

Tiparele sînt străpunse pe verticală de goluri prin care vor intra cutiile de formare a alveolelor stîlpului, cutii care sînt sudate pe platforma vibrantă.

Tiparul se curăță cu o rașchetă pe fața superioară, iar în interior prin măturare. Rosturile fine sînt suflate cu aer comprimat.

Ungerea se face prin pulverizarea unei soluții de decofrol.

Se recomandă ca la primele cinci turnări în tiparele cochilă, ungerea să se facă prin pulverizarea unui amestec cald de ulei grupa 300 și praf de grafit (70% ulei și 30% grafit), care, înainte de folosire, se va agita pentru amestecarea cît mai bună.

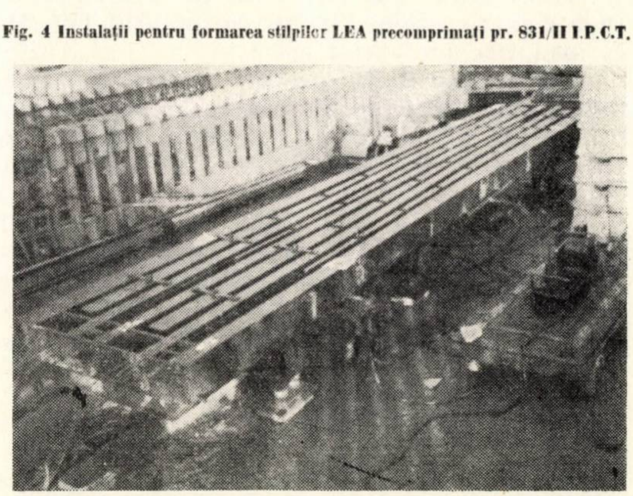
Astfel asperitățile tiparului se umplu cu praf de grafit, care micșorează mult aderența la tipar a betonului.

Firele sînt anfilate manual prin plăcile de capăt și pentru economie de bacuri de blocare se întorc orizontal la capătul mic al stîlpului în jurul unor dornuri sudate de placa de capăt de Ø 30 pentru toroane 3 Ø 3, astfel încît un singur fir armează simetric față de axul vertical două trasee din stîlp.

Tensionarea firelor se face cu presa Max-Paul de 6 t, fir cu fir, la efortul de control prescris de proiect.

Tiparul astfel pregătit poate fi transportat cu un pod rulant la platforma de formare-vibrare, pentru turnarea propriu-zisă.

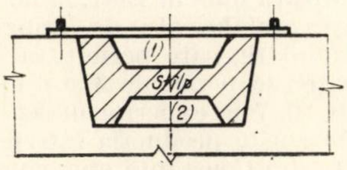
Fig. 4 Instalații pentru formarea stîlpilor LEA precomprimați pr. 831/II I.P.C.T.



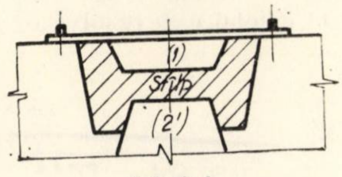
Platforma de formare și vibrare

Platforma de formare și vibrare este compusă dintr-un cadru cu patru lonjeroane care susține în timpul vibrării întregul tipar. Platforma are dimensiunile de 12 640 × 2 200 mm și greutatea de cca 3,7 t.

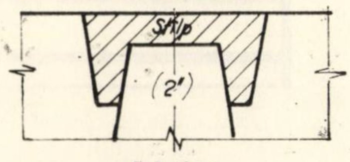
Pe lonjeroane sînt sudate cutiile metalice de formare a golurilor alveolare.



Soluția a



Soluția b



Soluția c

Cutiile lungi care formează alveola nestrăpunsă de la baza stîlpului au fost montate experimental în trei moduri :

a) Cutia superioară (*1*), mobilă, este fixată de tipar în timpul turnării și se decofrează cînd betonul este proaspăt, înainte de a ridica tiparul de pe platformă. Cutia inferioară (*2*), mobilă limitat, permite deplasarea longitudinală cu 50 — 60 mm, dar nu și smulgerea de pe tipar la ridicarea stîlpului după întărire.

b) Cutia superioară (*1*) idem ca la punctul *a*.

Cutia inferioară (*2*) este fixată pe platforma de formare, ca și cutiile pentru alveole străpunse.

c) Decofrarea cutiei inferioare se face pe înălțimea secțiunii stîlpului mai puțin grosimea diafragmei de beton. Soluția schimbă poziția diafragmei la baza stîlpului pentru care proiectantul a fost consultat, dîndu-se un acord de principiu.

Cutia inferioară se decofrează o dată cu ridicarea tiparului. În general, se poate aprecia că soluțiie *b* și *c* au dat rezultatele cele mai bune, manoperă mai puțină cerînd soluția *c*.

Pe lonjeroanele centrale sînt fixate patru vibratoare de înaltă frecvență de 1,5—1,7 kW, alimentate la tensiune nepericuloasă (42 V). Întreg cadrul de formare-vibrare este susținut de opt picioare duble, telescopice, cu arcuri tip C.F.R. Ø 115.

Construcția platformei de formare-vibrare poate fi urmărită în figura 2.

Așezarea tiparului pe platformă este facilitată de patru coloane de ghidaj, care îl orientează în poziția corectă înainte de a pătrunde cutiile de formare a alveolelor. Prin patru închizători „sifon'' situate lîngă coloanele de ghidaj, tiparul se fixează de platformă. Turnarea betonului (marca B 400) se face cu ajutorul unui buncăr distribuitor acționat electric, de tipul curent folosit în fabricile de prefabricate (cu bandă transportoare). În experimentările făcute la IPEC, la betonul utilizat nu s-a depășit factorul a/c = 0,40 pentru un dozaj de ciment RIM 200 de 420 kg/m^3 care a asigurat la un ciclu de tratare termică de 12 ore o rezistență de 260 —290 kgf/m^3. Menționez că cele patru vibratoare de cofraj de 1,7 kW de înaltă frecvență asigură o compactare foarte bună, permițînd efectiv reducerea raportului a/c sub 0,40.

Betonul utilizat la experimentări a fost preparat cu agregate de rîu spălate și sortate în trei sorturi 0—3, 3—7 și 7—15, furnizate de balastiera Sebeș-Olt, utilizate curent la prepararea betonului B 400 pentru producția de serie. Amestecul s-a realizat în malaxoarele de 1 m^3 cu amestec forțat, de tip IPEC, cu axe orizontale. Dozarea gravimetrică a fost asigurată de instalația automată tip Pfister a centralei de betoane din întreprindere.

După terminarea vibrării, care durează efectiv cca 10 minute pentru un tipar și finisarea manuală (fig. 5) a betonului, tiparul este ridicat în sus prin acționarea a patru cilindri hidraulici de 10 t forță, fabricați la uzina Plopeni.

În cazul utilizării instalației hidraulice s-a folosit un grup de pompare I.C.Frimu-Sinaia, cu debit de 16 l/min, presiune maximă 120 at și 50 at în regim și un distribuitor hidraulic executat în întreprindere, racordurile realizîndu-se cu furtunuri hidraulice de 120 atm.

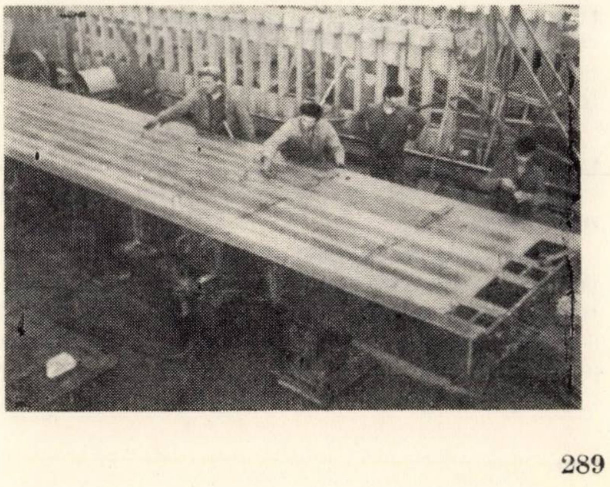
După decofrarea cutiilor, atîta timp cît betonul este proaspăt — decofrare realizată o dată cu ridicarea tiparului— nu mai este necesară finisarea alveolelor.

Această operație simplificată de decofrare a cutiilor dă o importantă economie de manoperă. Prin etanșarea vibratoarelor electrice, instalația poate fi spălată cu apă, pregătindu-se pentru alt tipar.

Tiparul turnat este transportat apoi în zona de tratare termică, formîndu-se stive de 4—6 tipare, ultimul tipar de deasupra acoperindu-se cu o prelată de polietilenă.

Tiparele se acoperă etanș unul pe altul, încît este împiedicată deshidratarea forțată a betonului în cursul tratării termice, prin încălzirea tiparelor.

Fig. 5 – Aspect din timpul lucrului cu instalația pentru formarea stîlpilor LEA precomprimați



Aburul introdus în tipare a avut temperatura de 90—100° C, aplicîndu-se un tratament termic în ciclu de 12 ore, astfel :

— așteptarea după vibrare, finisare 2 ore
— admisie abur 8 ore
— răcire (întrerupere) abur liberă 2 ore

Decofrarea s-a făcut pe tiparul cald la cca 40°C.

Platforma pentru expulzarea stîlpilor LEA din tiparul cochilă

Decofrarea stîlpilor din tiparul cochilă s-a experimentat la IPEC fără platforma specială cu acționare hidraulică (fig. 3).

S-au relaxat lent firele la capătul mic al tiparului, contîndu-se pe autoexpulzarea piesei datorită acțiunii efortului din fire pe direcția spre baza stîlpului. Operația s-a realizat prin desfacerea treptată a piuliței de blocare a șurubului plăcii purtătoare de la capătul mic al stîlpului respectiv. S-au constatat deplasări mici ale pieselor de cca 4 mm la vîrful stîlpului, descrescînd spre bază.

Procedeul acesta a asigurat desprinderea parțială a piesei de tipar. Apoi s-au tăiat firele SBP la capătul mic, cu dalta.

S-a continuat tragerea stîlpilor de la baza lor cu un șurub cu piuliță dimensionat pentru această operație.

Tragerea s-a făcut pe cca 40—50 mm pînă la învingerea totală a aderenței betonului la tipar, apoi s-au tăiat firele și la al doilea capăt al stîlpului, trăgîndu-se în continuare placa de capăt pentru a se elibera firele din placă.

Astfel stîlpul a putut fi ridicat din tipar și transportat pe căruciorul de evacuare de pe linia tehnologică.

Completa eliberare a stîlpului din tipar este facilitată de faptul că tiparul are pante de decofrare de 4,3%.

La IPEC a fost proiectată o platformă de expulzare hidraulică pe baza principiului descris mai sus, realizîndu-se însă împingerea și nu tragerea stîlpului. Împingerea se face cu un cilindru tip Plopeni (avînd cursa maximă de 150 mm și 10 t forță) pe capătul mic al stîlpului pînă la desprinderea totală a piesei de tipar.

Avantajul expulzării constă în rapiditatea operațiilor, eliminarea asamblării ulterioare a tiparului și simplificarea curățirii, procedeul realizînd — prin introducerea forfecării la suprafața de contact beton-metal — o suprafață perfect curată a tiparului.

Desigur confecționarea instalației cere atenție deosebită la calitatea lucrărilor— pante, etanșări etc. — care trebuie să se realizeze cît mai perfect.

Realizarea instalației și intrarea ei în producția de serie reprezintă un important pas făcut înainte pentru perfecționarea tehnologiilor de execuție a prefabricatelor la indici de utilizare a suprafețelor și de productivitate superiori, cu asigurarea unei calități optime.

TEHNOLOGIA EXPERIMENTALĂ DE EXECUȚIE A ELEMENTELOR TT CURBATE DE 12×3 m ȘI T CURBATE DE 12×15 m PENTRU ACOPERIREA HALELOR INDUSTRIALE

Pregătirea generală

Necesară în unele ramuri ale economiei, traveea de 12 m la halele industriale a fost realizată pînă în 1967, la noi în țară, prin structuri prefabricate de grinzi sau ferme-jug și secundare, care permiteau utilizarea elementelor de acoperire de 3 și 6 m lungime. Începînd din 1967 se experimentează, iar în 1968 se asimilează în producția întreprinderii de prefabricate din Constanța chesoanele curbate precomprimate de 12 × 1,5 m proiect I.P.C.T. nr. 2153/caiet 6, care rezolvă acoperirea directă a tra -

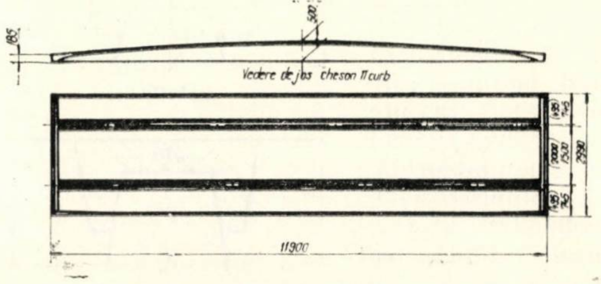


Fig. 6 – Vedere laterală cheson TT curb

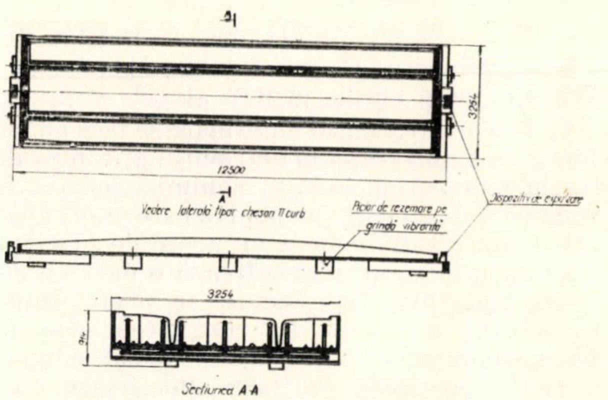

A
3254
12500
A
Vedere laterală tipar cheson TT curb
Picior de rezemare pe grindă vibrantă
Dispozitiv de expulzare
3254
Secțiunea A-A

Fig. 7 – Tipar cheson TT curb

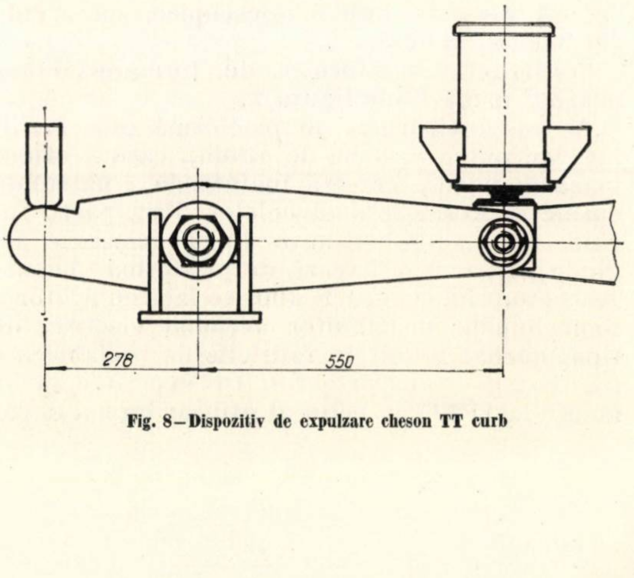


Fig. 8 – Dispozitiv de expulzare cheson TT curb

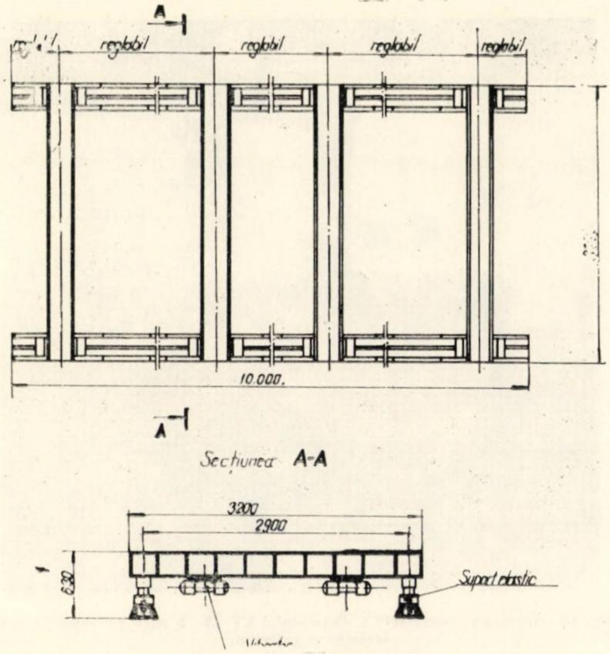


Fig. 9 – Grinzi vibrante

veelor de 12 m cu aceste elemente de suprafață.

În 1968, IPEC face experimentări pentru asimilarea în producția curentă a unor noi elemente, mai eficiente și de suprafață sporită pentru acoperirea halelor: elemente TT curbe de 12 × 3 m (fig. 6 și 10), precomprimate din beton B 500, armate cu toroane TBP 7 Ø 4 produse la I.S.C.T. Proiectate la I.P.C.T., proiect 4216/IV 2144 în baza unei idei originale a unui colectiv de ingineri din D.G.P. și I.P.C.T., elementele de secțiune TT și T curbe formează o familie cu lungimi de la 12 la 24 m și lățimi de 1—3 m, diferențiate pentru suprasarcini uniform distribuite ușoare de 165 kg/m^2 (termoizolație polistiren), medii de 265 kg/m^2 (termoizolații gazbeton) și grele de 350 kg/m^2, în anumite situații elementele putînd primi și sarcini suspendate de nervuri de ∅ 1,2 m.

De asemenea, elementele TT curbe pot avea goluri de luminător pînă la 1,40 × 1,40 m, peste care se așază cupolete de masă plastică.

La elementele TT este evident avantajul aripilor care descarcă cîmpul plăcii. În general, la încercările distructive pe produse finite efectuate pe standul IPEC în 1969, placa elementelor TT se comportă foarte bine, datorită efectului de boltă și prezenței aripilor în consolă ale plăcii.

În cursul primelor luni ale anului 1969, seria experimentărilor a continuat pentru elementele 12 × 1,5 în vederea asimilării lor în producție la IPEC și continuă în cursul anului pentru punerea la punct a fabricației și a altor tipuri de elemente TT curbe, de 18 × 1,5 și 18 × 3.

Realizarea elementelor TT curbe 3 × 12 și 1,5 × 12 a fost organizată experimental la IPEC în hala nouă (construită în 1968) dotată cu două poduri de 12,0 t și un grup de cinci grinzi vibrante de 5 t (capacitate totală 25 t).

Tehnologia aleasă a fost aceea în lanț de agregate cu tipare purtătoare, încălzitoare, de tip cochilă. Decofrarea prefabricatelor după transfer se face prin expulzare cu acționare hidraulică la rezistența betonului de 350 kg/cm^2.

Tehnologia cuprinde utilajele următoare:

— tipare încălzitoare autoportante, cochilă, în care se pot realiza ambele tipuri 12 × 3 și 12 × 1,5;

— grup de vibrare (cinci grinzi vibrante) pentru 25 t;

— buncăr distribuitor pentru turnarea betonului;

— post de tratare termică;

— instalație de preîntindere SBP tip Max-Paul de 12 t;

— dispozitive de ridicare a tiparului;

— două poduri de 12 t;

— grup de pompare hidraulică 16 l/min și 120 atm (regim 70 at).

Ciclul de fabricație pentru un element este de 20 de ore, tehnologia fiind proiectată pentru cinci tipare TT$_c$ 3 × 12 m (sau zece T$_c$ 1,5 × × 12), ce se pot realiza într-un schimb pe o parte a suprafeței tehnologice (cca 320 m^2) din hala nouă IPEC.

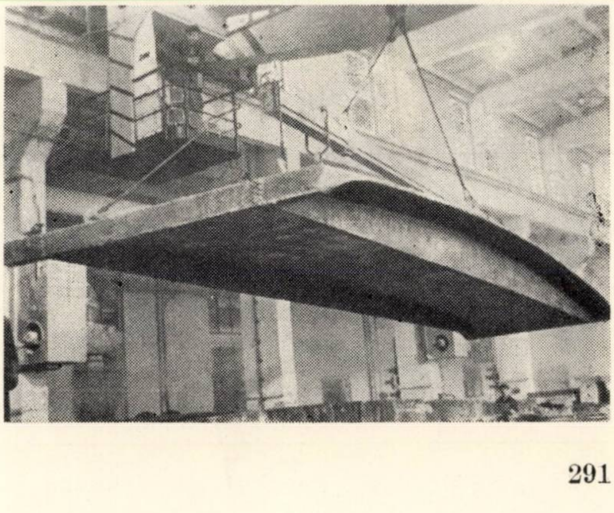
Dotările halei — două poduri rulante de 12 t și grupul de grinzi vibrante — se utilizează, atît la producția de elemente TT curbe, cît și la alte produse realizate în incintă: elemente fermă, grinzi, piloți precomprimați.

Pentru producția de elemente TT s-a stabilit experimental un consum de manoperă de 7 h/m^3, formația de lucru fiind compusă din 11 muncitori pentru cinci elemente (12,4 m^3) într-un schimb, repartizați pe diferite operații.

Ciclul total de fabricație de 20 de ore pentru un element se compune din:

— tăierea toroanelor și decofrarea prin expulzare	45′
— curățirea și ungerea tiparului	30′
— armarea, tensionarea corzilor	105′
— turnarea, compactarea, finisarea	80′
— transporturi diferite racord la instalațiile de aburire	40′
— tratament termic sub folie de polietilenă compus din 3 ore de așteptare 9 ore de admisie abur 3 ore răcire	900′
Total	1 200′

Fig. 10 Element TT curb de suprafață 12 × 3 m realizat la I.P.E.C.



Elementele originale ale acestei tehnologii constau în concepţia şi construcţia tiparului şi compactarea betonului pe grupul de vibrare de 25 t.

Descrierea tehnologiei

Tiparele de cca 12,5 t greutate stau aşezate în două stive de trei şi respectiv două tipare rezemate pe capre metalice de formă adecvată, în zona de tratare termică.

Un tipar împreună cu piesa turnată cîntăreşte cca 19 t.

Pentru decofrare se desfac aceste stive formate pentru perioada tratamentului termic, manipulîndu-se tiparele cu cele două poduri rulante de 12 t capacitate fiecare ale liniei tehnologice şi aşezîndu-se la nivelul solului în incinta rezervată pregătirii tiparelor.

După deblocarea lateralelor frontale (de capăt) se execută racordul la grupul de pompare hidraulică al celor doi cilindri pentru expulzare cu care este echipat fiecare tipar.

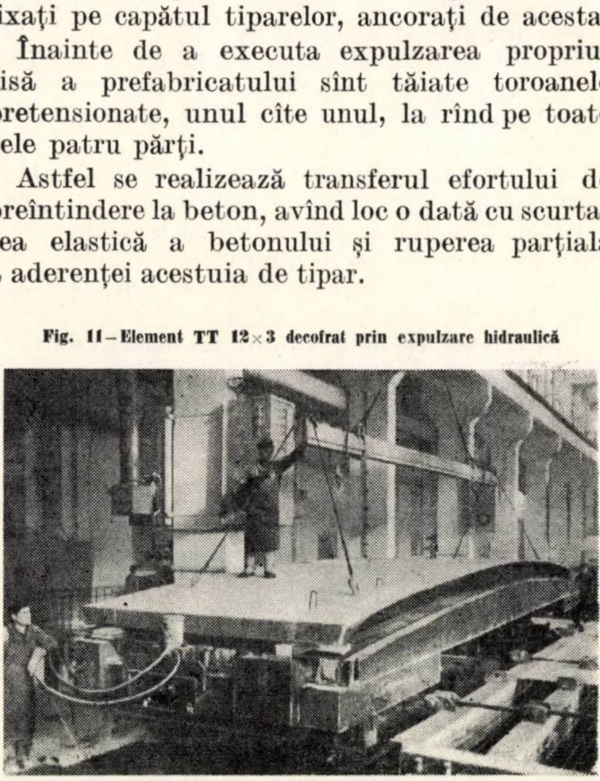
Aceşti cilindri hidraulici sînt de 10 t forţă la presiune de lucru de 70 atm, realizînd împingerea piesei prefabricate la fiecare capăt al celor două nervuri. Forţa de împingere pe dornurile de expulzare este multiplicată de 1,5 ori, prin intermediul unor pîrghii articulate (fig. 8) pe capul pistonului şi care astfel lucrează simultan.

Presiunea dezvoltată efectiv la primele expulzări realizate la IPEC a fost de 70 atm, realizîndu-se deci o forţă de împingere de 30 t pe fiecare capăt. Cilindrii de expulzare sînt fixaţi pe capătul tiparelor, ancoraţi de acesta.

Înainte de a executa expulzarea propriu-zisă a prefabricatului sînt tăiate toroanele pretensionate, unul cîte unul, la rînd pe toate cele patru părţi.

Astfel se realizează transferul efortului de preîntindere la beton, avînd loc o dată cu scurtarea elastică a betonului şi ruperea parţială a aderenţei acestuia de tipar.

Fig. 11 – Element TT 12×3 decofrat prin expulzare hidraulică



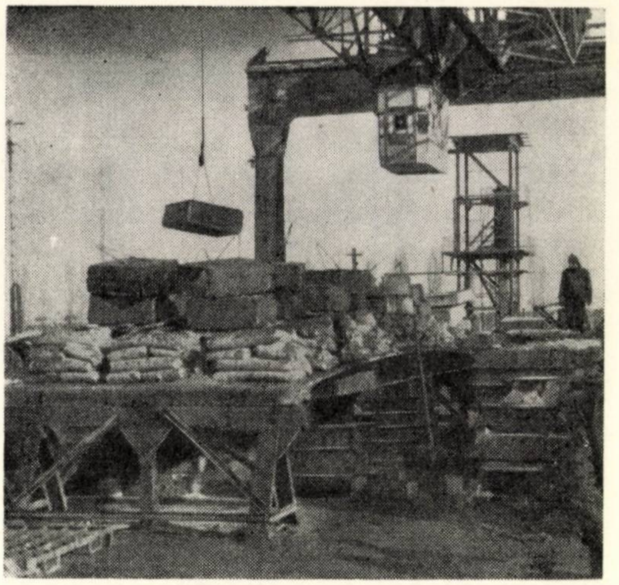


Fig. 12—Încercarea distructivă a elementului TT 12×3 curb pe stand (varianta izolaţie cu gazbeton)

Expulzarea propriu-zisă a elementului se execută cu instalaţia hidraulică cu care este echipat tiparul şi prin intermediul celor două pîrghii articulate cu capătul pistonului acţionat hidraulic. Piesa astfel decofrată este preluată de un pod rulant, apoi transportată şi aşezată pe cărucioarele de evacuare de pe linia tehnologică (fig. 11).

În continuare, tiparul este pregătit pentru următoarea turnare: curăţirea resturilor de beton, ungerea prin pulverizare cu un amestec de ulei şi grafit, armarea şi pretensionarea toroanelor 7 Ø 4 ($\sigma_r = 160$ kg/mm^2), toate operaţiile făcîndu-se fără a deplasa tiparul.

După terminarea operaţiilor de pregătire, tiparul este transportat şi aşezat pe grupul de grinzi vibrante, betonul turnîndu-se în tipar cu un buncăr distribuitor.

Grinzile vibrante au fost proiectate şi executate la IPEC şi sînt echipate cu cîte două vibratoare electrice de înaltă frecvenţă de 1,7 kW (fig. 9).

Grinzile sînt legate la sol prin intermediul unor sarcini tip C.F.R. Ø 115.

Betonul utilizat asigură la decofrare, după efectuarea ciclului complet, o rezistenţă de peste 350 kg/cm^2 la un dozaj de ciment RIM 300 de 560 kg/m^3 şi factor a/c = 0,37.

Sînt utilizate agregate de rîu în sorturile 0—3 şi 3—7 şi agregat de carieră (granit, bazalt) sort 7—15.

La 28 de zile se realizează la această reţetă peste 500 kg/cm^2 pe betonul tratat termic (epruvete în condiţiile piesei).

În continuarea fluxului tehnologic după turnarea, compactarea şi finisarea betonului, tiparul este transportat cu ambele poduri rulante ale liniei tehnologice la postul de tratare termică, unde se depozitează în stive de trei sau două tipare şi se racordează la instalaţia de abur tehnologic.

Cele cinci tipare ce se realizează la IPEC pentru execuţia elementelor TT 12 × 3 pot asigura o producţie zilnică de 180—200 m² de acoperiş pentru hale industriale, permiţînd pentru început satisfacerea comenzilor urgente.

Pentru viitor se întrevede o creştere a cererii acestor elemente, la IPEC urmînd să se experimenteze în acest an şi realizarea grinzilor de 15 × 12 şi 18 × 12 necesare pentru completarea structurii de acoperiş.

La IPEC s-a organizat expediţia pe C.F.R. a acestor elemente în vagoane echipate special cu rastele, care vor asigura calitatea produselor pînă la destinaţie.

Elementele de 1,5 × 12 se realizează în aceleaşi tipare la care s-a introdus o diafragmă mediană de separare.

Desigur, această tehnologie a fost adoptată la IPEC datorită unor condiţii existente, care o făceau indicată.

Asimilarea în producţia curentă a sectorului D.G.P. a elementelor TT şi T curbe împinge aria de răspîndire a prefabricatelor şi în acele domenii unde, în construcţia halelor, metalul era folosit încă destul de mult. Aceste prefabricate lărgesc posibilităţile proiectanţilor de investiţii de a realiza structuri mai economice, cu consumuri reduse de metal.

Realizarea lor la IPEC şi, în general, în sectorul D.G.P. marchează o etapă nouă în industria prefabricatelor din ţara noastră.

Prefabricate tipizate în domeniul construcţiilor civile

— Realizări şi preocupări actuale —

Ing. M. Drimer, ing. T. Dull, ing. C. C. Ionescu, ing. F. Lissai,
ing. L. Roşianu, ing. P. Suţescu, ing. I. Ziaeddin

I.P.C.T.

Împlinirea a 20 de ani de activitate a celei mai vechi fabrici de prefabricate, I P E C — Braşov, constituie un prilej şi pentru proiectanţii care activează în domeniul tipizării de a face un bilanţ al activităţii lor, desfăşurate în strînsă colaborare cu Institutul de cercetări în construcţii şi cu unităţile de confecţionare a prefabricatelor şi de a puncta preocupările lor actuale de studiu şi proiectare pentru elaborarea elementelor prefabricate care vor alcătui structurile viitoarei etape de dezvoltare a construcţiilor din ţara noastră.

Programele de construcţii din ce în ce mai dezvoltate, care au fost propuse şi realizate cu succes an de an, în ultimele două decenii, au impus transformarea activităţii de construcţii din ţara noastră — în toate sectoarele sale — de la structura pe care am moştenit-o în 1948 (la naţionalizarea întreprinderilor particulare), la organizaţiile puternice de astăzi, de cercetare, proiectare şi execuţie.

În acest proces de transformare au trebuit găsite concepţii noi, metode noi de lucru, pe măsura sarcinilor mereu mai mari, care nu puteau fi îndeplinite cu vechile procedee tradiţionale de realizare a construcţiilor. Un rol dintre cele mai importante l-a avut în acest sens utilizarea prefabricatelor, conjugată cu tipizarea — aplicată atît la nivelul construcţiilor, cît şi al elementelor de construcţii — singura metodă capabilă să asigure fondul de proiecte şi eficienţa producţiei de elemente de construcţii.

S-a urmărit continuu reducerea preţului de cost al construcţiilor, scăderea consumului de manoperă pe şantier, mărirea productivităţii muncii, micşorarea consumurilor specifice de material lemnos şi de oţel, precum şi scurtarea duratei de execuţie, iar prefabricatele de beton armat şi-au găsit din ce în ce mai mult aplicarea în toate domeniile de construcţii.

În cadrul construcţiilor civile, ponderea cea mai importantă o au clădirile de locuit şi ca atare spre ele s-a îndreptat în primul rînd atenţia proiectanţilor în ceea ce priveşte tipizarea lor şi rezolvarea parţială sau totală cu elemente prefabricate.

La început, preocuparea de a introduce prefabricarea s-a referit la planşee, pentru care s-au proiectat şi realizat diferite soluţii.

În perioada 1951—1955 s-au folosit aproape exclusiv planşee de tip TCB cu grinzi şi corpuri de umplutură. Din cauza dezavantajelor acestui tip — consum mare de materiale şi manoperă, rigiditatea redusă a planşeului în planul său, cost relativ ridicat — s-au căutat alte soluţii, care să înlocuiască planşeele TCB cu planşee realizate din elemente tip fîşie. În perioada 1955—1958 s-au făcut cercetări şi experimentări cu diverse prefabricate de acest tip : fîşii în trei straturi, chesoane normale şi întoarse, fîşii cu nervuri de beton armat şi cu umplutură de beton spumos etc. În cele din urmă s-a ajuns la tipul care este folosit şi astăzi la majoritatea şantierelor din ţară şi anume fîşiile cu goluri rotunde.

În perioada 1958—1960, fîşiile cu goluri rotunde au fost tipizate şi catalogate de I.P.C.T. în colaborare cu INCERC, pentru deschideri de la 2,00 la 5,00 m, cu lăţimi de 60 şi 40 cm (fîşii înguste) şi de 100 şi 120 cm (fîşii late).

În 1958—1968 s-au realizat după cataloagele I.P.C.T. cca 10 milioane de m² de planşee din fîşii cu goluri rotunde, pe diferite şantiere, în toată ţara.

În graficul din figura 1 se arată cum a crescut producţia anuală de fîşii cu goluri, care a atins în 1968 un volum de peste 1,6 milioane m². Este de menţionat că s-au produs şi montat în cea mai mare parte fîşii înguste — de 60 şi 40 cm lăţime — care prezintă avantaje atît din punctul de vedere al uşurinţei de confecţionare, cît şi din cel al uşurinţei de modulare la realizarea planşeelor de diferite dimensiuni.

De asemenea, trebuie amintit şi faptul că în perioada 1960—1965 s-au mai produs şi fîşii de beton precomprimat — la fabrica „Progresul” din Bucureşti — care a dispus de o instalaţie tip STASA pentru confecţionat astfel de elemente. S-a renunţat la utilizarea acestui tip de fîşii, avîndu-se în vedere şi dezavantajele datorite imposibilităţii tehnologice de a li se prevedea elemente de ancorare în centuri, fapt care complica realizarea planşeelor, pentru că era necesar să se intercaleze fîșii monolite pentru înglobarea armăturilor de legătură.

S-au proiectat de asemenea și fîșii de planșeu din corpuri ceramice, cu deschideri de la 2 la 5 m, dar acestea — deși prezentau unele avantaje datorită greutății lor reduse și posibilității de confecționare chiar pe șantier, prin asamblarea și armarea corpurilor ceramice — nu și-au găsit decît o utilizare restrînsă. Cu timpul, s-a renunțat la ele din cauza dificultăților de confecționare a unor corpuri ceramice fără defecte de formă și cu o bună rezistență, astfel încît să poată alcătui elemente portante de planșeu.

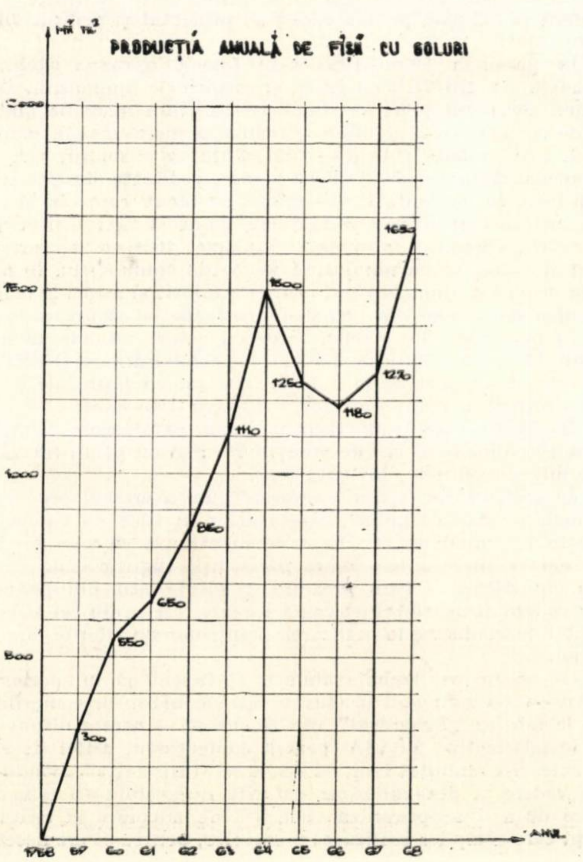
O preocupare permanentă a proiectanților a constituit-o reducerea consumului de oțel. I.P.C.T. a elaborat recent, în 1967—1969, variante la cataloagele de fîșii cu goluri, cuprinzînd soluții de armare cu oțeluri de marca OB 38 și respectiv PC 52 — la aceasta din urmă realizîndu-se reduceri ale consumurilor de oțel de cca 20% față de cele din cataloagele din 1960, cu oțel OL 38. Este de menționat că soluția de planșeu din fîșii cu goluri — chiar în forma inițială din 1960, cu oțel OL 38 — se caracterizează prin indici de consum foarte mici, în comparație cu alte sisteme de planșee utilizate în tehnica de construcții din țara noastră și din alte țări.

Pentru deschiderea cea mai uzuală, de 3,60 m, consumul de oțel de 7—9 kg/m^2, cît era la soluția TCB, cu grinzi și corpuri de umplutură, a scăzut la 5 kg/m^2 la fîșiile cu goluri proiectate în 1960 și apoi la cca 4 kg/m^2 la cele proiectate în 1969 cu armătură de oțel superior PC 52.

O dată cu mărirea parcului de macarale de tipul ZB 45 sau MT 40 cu care sînt înzestrate majoritatea unităților de execuție, a devenit posibil să se proiecteze noi elemente prefabricate de planșeu de dimensiuni mărite. Acestea sînt de tip semipanouri — plăci pline de 9—12 cm grosime, rezemate pe trei laturi și monolitizate pe cea de a patra — realizînd acoperirea unei încăperi, de regulă din două piese sub 3 t greutate și prezintă avantaje din punctul de vedere al confecționării și vitezei de montare.

În același timp, semipanourile elimină și dezavantajele numărului mare de rosturi ale planșeelor din fîșii — respectiv operațiile de monolitizare și aspectul adesea neplăcut al plafoanelor cu fisuri — și pot realiza și șaibe orizontale rigide cu comportare superioară celor obținute din fîșiile cu goluri.

Fig. 1



În această direcție, I.P.C.T. a elaborat o serie de studii, verificate prin încercări pe plăci efectuate la INCERC, a inițiat o experimentare pe o clădire, în curs de desfășurare, și, în ultimul timp, la noile proiecte de locuințe diversificate a introdus ca soluție de bază planșeele din semipanouri.

În legătură cu aceste prefabricate este de menționat caracterul „elastic" pe care trebuie să-l aibă prefabricarea acestora. Prin aceasta se înțelege că la semipanouri se păstrează fixe dimensiunile de travee între zidurile transversale, grosimile, profilatura fețelor laterale și dispunerea armăturii, putîndu-se varia în anumite limite dimensiunea cealaltă în plan, în sens transversal clădirii, poziția golurilor pentru instalații și eventual diametrele armăturilor, corespunzător situației fiecărui partiu. În acest fel, confecționarea lor urmează a se face la comandă, pentru tipurile de construcții la care se aplică. Semipanourile pot fi confecționate atît în unități industriale, cît și pe poligoane de șantier pe platforme de beton, cu laterale metalice, la care una din laturi poate fi translatată în diferite poziții.

Utilizarea semipanourilor mărește eficiența prefabricării prin:

— eliminarea subcenturilor obligatorii la planșeele din fîșii în zonele seismice de gradul 7;

— reducerea zonelor monolite dintre fîșii, pentru treceri de conducte și ventilații;

— eliminarea tencuielilor la plafoane;

— utilizarea mai rațională a macaralei, ținînd seamă de capacitatea ei;

— posibilitatea confecționării pe șantier, mărindu-se astfel, pe ansamblu, capacitatea de prefabricare.

Preocupările de industrializare a execuției la clădirile de zidărie portantă s-au extins și la celelalte elemente structurale, ca buiandrugi, pentru care I.P.C.T. a elaborat în 1962 un catalog — actualmente reactualizat pentru armarea cu oțel OB 38 și PC 52 — și scări, pentru care s-a proiectat un catalog de prefabricate pe baza căruia se desfășoară anul acesta experimentări la Brașov. De asemenea, prefabricarea s-a extins și la elemente nestructurale (ventilații, glafuri, trepte, parapete de balcon etc.).

★

Și la clădirile cu structura din diafragme de beton armat monolit, urmărindu-se micșorarea manoperei pe șantier, a duratei de execuție și a consumului de lemn, s-au studiat elemente prefabricate, atît structurale — ca panouri sau semipanouri — cît și nestructurale, ca pereți exteriori, pereți despărțitori etc.

La o serie de clădiri cu structura fagure s-au folosit cu bune rezultate panouri prefabricate de pereți exteriori. Astfel, la ansamblul de locuințe realizat în 1959 în Piața Palatului din București (fig. 2) pe baza proiectelor elaborate de I.P.C.T. s-au utilizat panouri de parapet și de spaleți din două straturi, cu beton de granulit ca termoizolație.

În ultima vreme, planșeele prefabricate, sub formă de panouri sau semipanouri, au început să-și găsească aplicarea în proiectele clădirilor cu structura din diafragme monolit turnate în cofraje metalice plane.

★

Un pas important pe linia industrializării construcțiilor de locuințe s-a făcut atunci cînd s-a trecut la prefabricarea integrală, prin realizarea locuințelor din panouri mari.

Procedeul de construcție din panouri mari a fost experimentat pentru prima dată în țara noastră la o clădire executată la București, pe șos. Giurgiului, în 1956, după un proiect elaborat de I.P.C.T. în colaborare cu INCERC, arătînd posibilitatea realizării unor clădiri integral prefabricate în condițiile de seismicitate specifice țării noastre. Această lucrare a constituit — după cunoștința noastră — primul experiment din lume cînd s-au folosit panourile mari în zone seismice.

La această clădire (fig. 3), panourile de pereți portanți interiori și exteriori au fost executate din beton de zgură, planșeele au fost confecționate sub forma unor panouri cu multe goluri, rezemate pe contur, iar toate îmbinările au fost realizate prin monolitizare, cu sudarea mustăților prevăzute pe conturul tuturor panourilor.

În 1959 s-a realizat un al doilea bloc experimental, la care s-a urmărit să se pună în evidență avantajele sistemului constructiv din panouri mari, îndeosebi în ceea ce privește costul și durata execuției. La acest bloc s-au realizat pentru prima dată elemente spațiale pentru scări și pentru camera de baie (fig. 4).

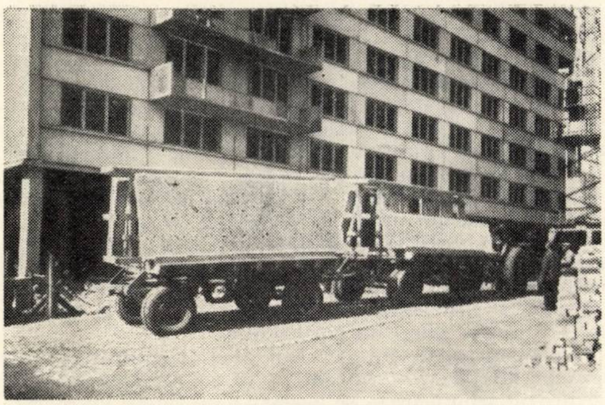


Fig. 2 – Panouri prefabricate de fațadă la blocurile din Piața Palatului, București

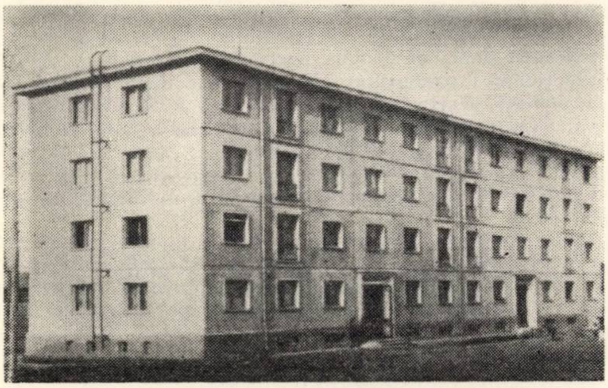
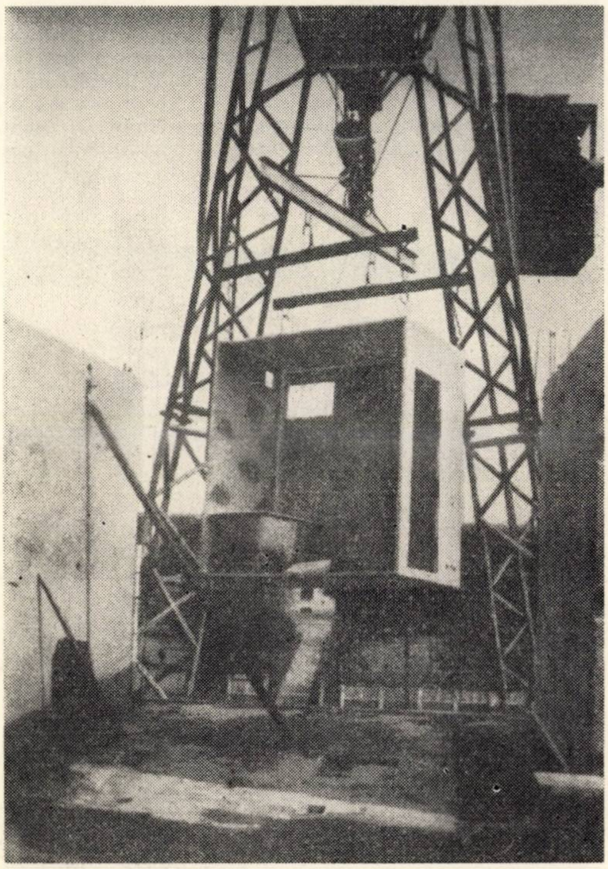


Fig. 3 – Primul bloc experimental din panouri mari pe șos. Giurgiului, București

Fig. 4 – Cabina spațială prefabricată pentru camere de baie la al doilea bloc experimental din panouri mari de pe șos. Giurgiului, București



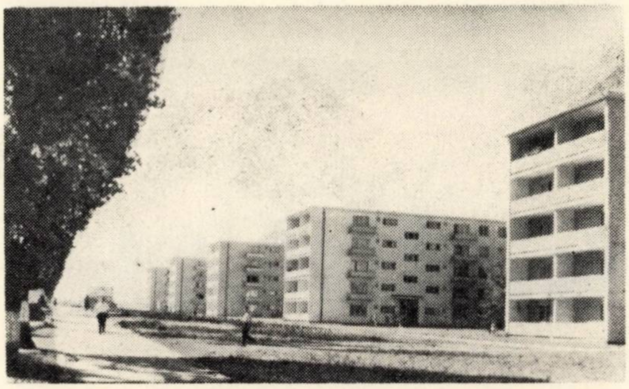


Fig. 5 – Blocuri din panouri mari la Brașov

Fig. 6 – Blocuri din panouri mari la Iași

Fig. 7 – Blocuri din panouri mari tip 1013–1168, la București

Fig. 8 *a* – Blocuri din panouri mari produse la fabrica Militari din București

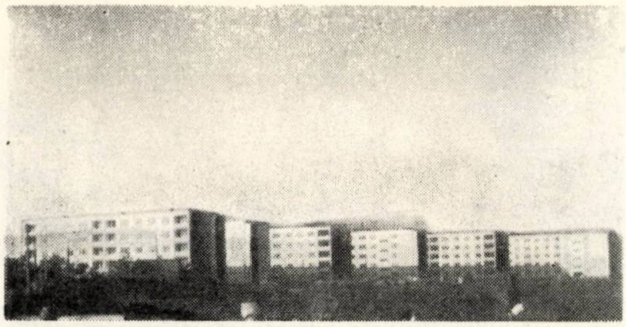


Fig. 8 b — Blocuri din panouri mari la București

Pe baza rezultatelor bune obținute la lucrările experimentale, s-a trecut la proiectarea unor ansambluri de clădiri cu 5 niveluri la Brașov (cca 2 000 de apartamente în 1959—1961; fig. 5) și la Iași (cca 2 500 de apartamente în 1960—1962; fig. 6) pe baza unor proiecte elaborate de I.P.C.T. *

În urma experienței acumulate s-a trecut, în 1962, la elaborarea unor serii de proiecte tip — proiectele 1013 și 1168 — care au fost aplicate pe scară largă în diferite orașe: București, Brașov, Iași, Bacău, Roman, Ploiești, Craiova, Reșița, Timișoara, Orșova, Cluj, Baia Mare. În intervalul 1962—1968 s-au realizat în țară peste 40 000 de apartamente după aceste proiecte (fig. 7).

Prefabricatele pentru aceste clădiri au fost confecționate în fabricile M.I.C. de la București, Brașov, Roman și Craiova, precum și în unitățile de prefabricate ale trusturilor de construcții de la Reșița, Timișoara, Ploiești, Cluj și Baia Mare.

În 1966 a intrat în funcțiune și fabrica de prefabricate Militari din Capitală, cu o capacitate de cca 4 500 de apartamente anual. Proiectul clădirilor din panouri mari pentru producția acestei fabrici a fost studiat la început de I.P.B. și preluat apoi de I.P.C.T. (proiectul 2926), pornind de la premisele tehnologice specifice utilajelor cu care a fost înzestrată această fabrică.

Clădiri de locuit din panouri mari produse de fabrica Militari au fost executate la București și Pitești (fig. 8).

În graficul din figura 9 se arată numărul de apartamente convenționale realizate anual din panouri mari în clădiri cu 5 niveluri. Menționăm că în 1968, cele 11 800 de apartamente realizate din panouri mari reprezintă peste 20% din totalul anual al locuințelor urbane.

La clădirile din panouri mari proiectate de I.P.C.T., structura a fost concepută să aibă o mare rigiditate spațială și o bună conformare pentru preluarea solicitărilor seismice, realizîndu-se — prin îmbinările continue de monolitizare a panourilor de pereți portanți interiori și exteriori și a panourilor de planșeu rezemate pe tot conturul lor — continuitatea diafragmelor verticale și orizontale, rigide în planul lor.

Experiența acumulată pînă acum la proiectarea și executarea clădirilor de locuit din panouri mari cu cinci niveluri (peste 50 000 de apartamente) ne permite să evidențiem importantele avantaje pe care le prezintă acestea în comparație cu clădirile executate tradițional:

— reducerea consumului de manoperă cu aproximativ 30%, ceea ce reprezintă cca 800 ore/apart.;

— micșorarea duratei de execuție, cu consecințe favorabile asupra duratei de blocare a fondurilor;

— eliminarea aproape completă a consumului de material lemnos;

— reducerea costului efectiv al locuințelor cu cca 10%.

În cea de a doua parte a anului 1968, ca urmare a apariției H.C.M. nr. 1650 privind construcția de locuințe cu diferite categorii de confort, proiectarea clădirilor din panouri mari a fost și ea orientată spre realizarea unui fond de proiecte de locuințe de categoriile II, III, IV și garsoniere din panouri mari.

Într-o primă etapă s-au elaborat proiectele de execuție din seria 1581, la care s-au menținut caracteristicile structurale și tehnologice specifice seriilor anterioare 1013—1168, urmărindu-se ca fabricile de prefabricate, folosind utilajul existent cu un minim de transformări și completări, să poată trece cît mai repede la livrarea de panouri mari pentru noile categorii de locuințe care sînt prevăzute cu preponderență în planurile de construcții pe 1969 și 1970.

Într-o a doua etapă, pentru a mări volumul de locuințe din panouri mari, prin extinderea acestui procedeu de construcție și în alte localități care nu se află în raza de deservire rațională din punct de vedere economic, a fabricilor existente de prefabricate, s-a prevăzut și posibilitatea de a produce panouri mari în poligoane de șantier, pe lîngă trusturile de construcții, unități care vor putea produce prefabricate pentru un volum de 300—500 de apartamente anual, cu utilaje mai simple decît cele din fabrici. Recent, I.P.C.T. în colaborare cu INCERC a elaborat proiectul directiv pentru astfel de poligoane.

Pentru aceste unități sînt în curs studii de proiectare pentru locuințe diversificate, la care — o dată cu realizarea unor noi utilaje de formare — se vor putea introduce unele rezultate ale studiilor și cercetărilor efectuate între timp de INCERC și I.P.C.T.

Astfel, pentru zona cu gradul 6 de seismicitate se vor putea simplifica marginile panourilor, eliminîndu-se mustățile de pe tot lungul perimetrului lor și menținîndu-le numai la colțuri, astfel încît să se poată mări productivitatea muncii, atît la confecționarea panourilor, cît și la realizarea îmbinărilor.

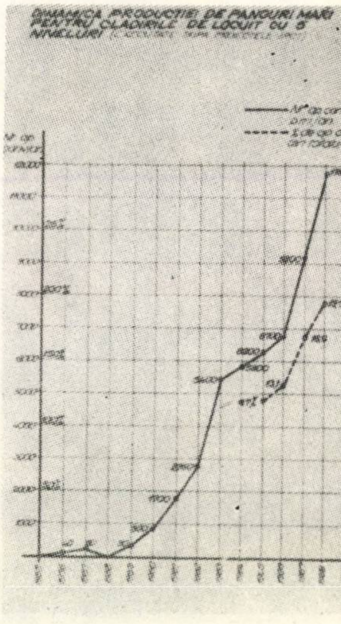
În schimb, pentru zonele de gradele 7 și 8 de seismicitate se studiază îmbunătățirea îmbinărilor orizontale, acestea putînd fi realizate prin subbetonare, procedeu care și-a dovedit — prin experimentările efectuate — superioritatea față de cel potrivit căruia panourile de pereți sînt montate pe pat de mortar.

Introducerea în producția de panouri mari a acestor noi rezolvări, deocamdată la unitățile de tip poligon, care își vor confecționa în consecință utilajele de formare, nu prezintă nici o dificultate, iar ulterior ele se vor putea extinde și în fabricile existente, pe măsură ce se va trece la înlocuirea tiparelor.

★

Paralel cu perfecționarea și îmbogățirea sortimentului de proiecte de clădiri de locuit din panouri mari, proiectanții din I.P.C.T. au studiat și studiază și alte sisteme de industrializare a construcțiilor de locuințe. Astfel, o soluție care se situează, din punctul de vedere al utilizării prefabricatelor, între procedeul tradițional al structurilor de zidărie portantă cu planșee prefabricate și structurile integral prefabricate, o constituie scheletul mixt, care este de fapt o structură pe cadre, la care stîlpii se execută monolit în cofraje de inventar, iar planșeele — grinzi și plăci — se realizează din elemente prefabricate, restabilindu-se prin îmbinări sudate și betonate continuitatea elementelor structurale la toate nodurile.

Fig. 9



---

* Paralel, s-au executat la București, în perioada 1960—1964, aproape 7 000 de apartamente în clădiri cu 8 niveluri pe baza proiectelor elaborate de I.P.B. și I.P.C.M.C.

Această structură prezintă o serie de avantaje, printre care posibilitatea compartimentării în felurite moduri a spațiului interior (realizîndu-se pe aceeași structură diferite tipuri de apartamente), eliminarea rigidității de plan specifice structurilor cu diafragme de zidărie sau de beton, posibilitatea realizării variate a fațadelor — de la zidărie, la blocuri mici sau mari de beton celular autoclavizat și pînă la panouri de fațadă neportante — ușurarea greutății totale a clădirilor, număr foarte mic de tipuri de prefabricate, viteză de execuție sporită față de procedeele tradiționale de construcție etc.

Proiectarea structurilor mixte s-a dezvoltat în două variante. O primă variantă a constituit-o proiectarea pe o rețea de stîlpi cu travee mari — de cca 6×9 m — indicată în special la clădiri înalte, cu magazine, garaje, birouri la primele niveluri și cu apartamente mai larg dimensionate la nivelurile curente.

O clădire experimentală pentru o asemenea structură a fost proiectată de I.P.C.T. în colaborare cu INCERC și sub îndrumarea catedrei de construcții civile de la Institutul de construcții din București. La această clădire, grinzile au fost proiectate din beton precomprimat, iar planșeele din elemente TT tot din beton precomprimat. Deocamdată s-a realizat la INCERC un tronson experimental cu o astfel de structură, pentru verificarea caracteristicilor elementelor prefabricate și a modului de punere a lor în operă și de îmbinare.

Cea de a doua variantă de structură cu schelet mixt s-a limitat la rețele de stîlpi cu ochiuri mai mici, de cca 4—6 m, avînd grinzile prefabricate din beton armat.

O clădire experimentală proiectată în 1967 de I.P.C.T. se realizează la Craiova (fig. 10)—după încercări prealabile efectuate la INCERC cu bune rezultate asupra comportării sub sarcini a nodurilor de îmbinare între stîlpii monoliți și grinzile prefabricate — aflîndu-se acum în stare de finisaj.

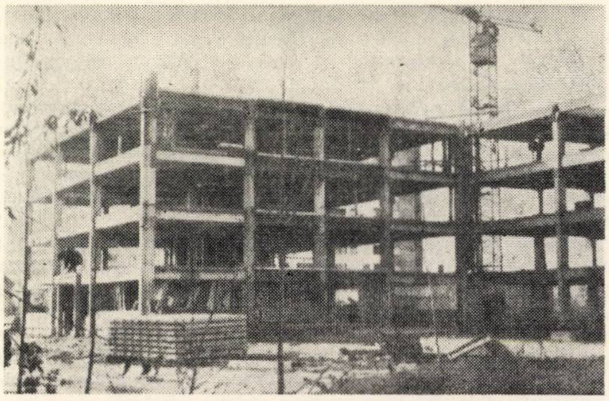
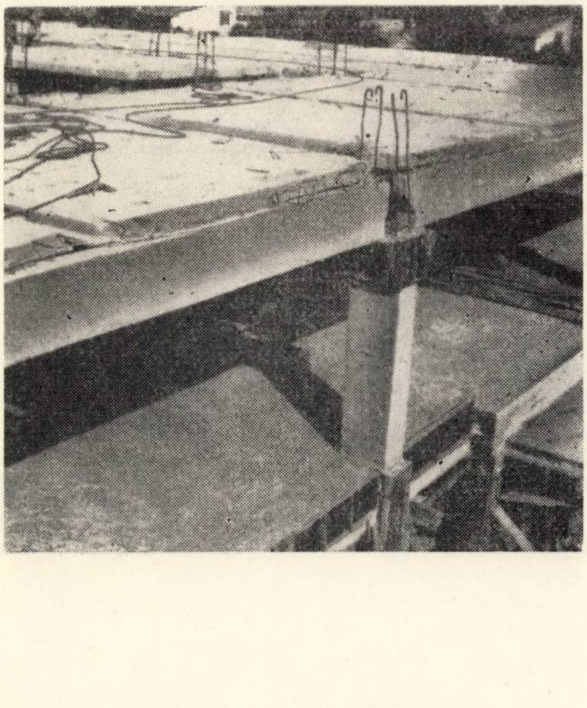
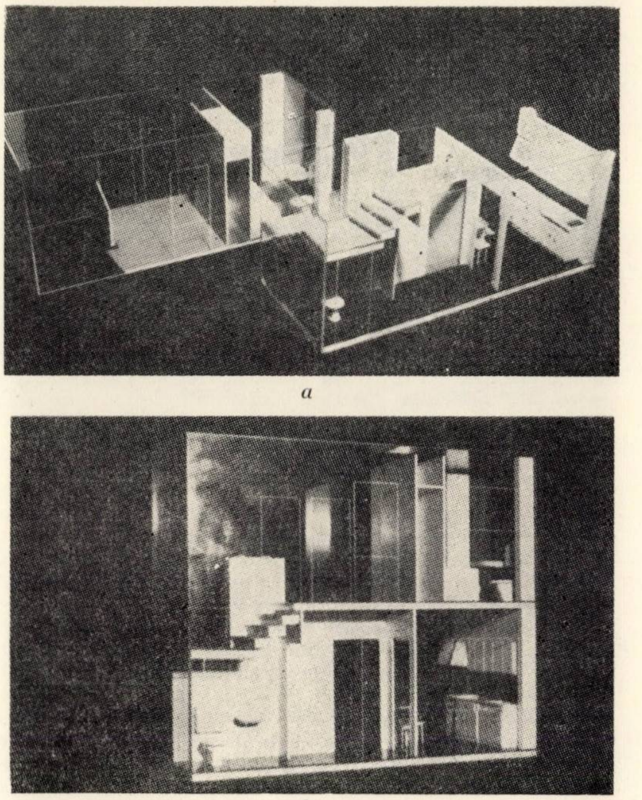


Fig. 10 *a* — Clădirea experimentală cu structură mixtă de la Craiova

Fig. 10 *b* — Detaliu de realizare a structurii mixte la clădirea experimentală de la Craiova





a

b

Fig. 11 *a* și *b* — Machetele prefabricatelor spațiale pentru clădiri duplex

Pe baza experienței dobîndite, I.P.C.T. a trecut la proiectarea de secțiuni directive pentru locuințe diversificate cu schelet mixt, utilizînd o tramă unică de 3,60×3,60 m, care să permită montarea plăcilor de planșeu cu macarale MT 40 sau ZB 45 aflate curent în dotarea întreprinderilor de execuție. Este de menționat că, în special la locuințele cu confort diferențiat, această soluție de structură se dovedește avantajoasă din punctul de vedere al simplității de execuție a prefabricatelor, în număr foarte redus de tipuri, care se pot confecționa cu amenajări minime, într-un atelier de șantier.

★

Un alt domeniu în care s-au întreprins recent studii de proiectare pentru promovarea soluțiilor prefabricate îl constituie clădirile de tip vilă, care în ultimii ani au început să se execute din ce în ce mai mult din fondurile populației.

Pornind de la constatarea că, în cadrul unui apartament, cea mai mare parte a lucrărilor de finisaj, cu consum mare de manoperă, se concentrează în încăperile de baie, bucătărie și intrare, s-a ajuns ca una dintre soluțiile pentru clădirile duplex să fie constituită dintr-un nucleu central sub forma a două prefabricate spațiale suprapuse, complet finisate în fabrică, conținînd aceste încăperi, cu toate instalațiile interioare și scara de legătură între parter și etaj (fig. 11).

În jurul fiecărui nucleu se dezvoltă apartamentele de diferite tipuri și pe diferite structuri, dintre care unele pot fi chiar integral prefabricate, spre exemplu din panouri mari.

Această soluție — care implică confecționarea, transportul și montarea unor prefabricate de 20—25 t — este interesantă pentru construirea locuințelor proprietate personală, pretîndu-se și la o formulă de construcție în care, o dată cu lotul de teren ce se atribuie viitorului locatar, i s-ar pune la dispoziție și nucleul de elemente prefabricate spațiale cu toate racordurile de instalații, urmînd ca — după posibilitățile și dorințele fiecărui beneficiar — să se execute restul apartamentului dintr-o dată sau în mai multe etape.

O altă soluție în curs de studiu se referă la realizarea locuințelor p + 1 din alăturarea și suprapunerea unor prefabricate sub formă de tronsoane inelare de 1,20 m lățime, alcătuite din planșeu, pereți și plafon cu greutate de aproximativ 2,6 t, montate cu automacaraua, restul compartimentărilor și

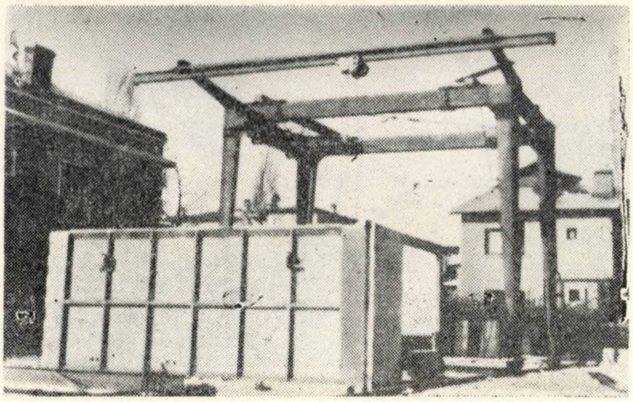


Fig. 12 — Prefabricate spațiale realizate prin asamblarea de panouri nervurate

fațadele fiind realizate din elemente prefabricate de beton celular autoclavizat sau din elemente ușoare.

La transpunerea în fapt a acestor soluții colaborează și fabrica IPEC de la Brașov, unde actualmente s-au realizat tiparul și prototipul pentru tronsoanele inelare.

În legătură cu realizarea clădirilor din prefabricate spațiale este de amintit și experimentarea efectuată la București în 1963—1964, pe baza unui proiect elaborat în cadrul I.P.B. și preluat ulterior de I.P.C.T. S-a realizat o clădire experimentală din cutii spațiale închise complet, finisate în interior (fig. 12), avînd în plan cca 4 × 7 m și greutatea de cca 16 t, preasamblate prin suduri și monolitizări, din panouri nervurate.

★

În cursul anului 1968, ca urmare a directivelor superioare, I.P.C.T. a întreprins o serie de acțiuni de proiectare pe linia promovării soluțiilor prefabricate și la construcțiile din mediul rural.

Dezvoltarea cantitativă și calitativă a construcțiilor de locuințe în mediul rural, ilustrată de faptul că între 1951 și 1966 s-au construit la sate peste 1 100 000 de locuințe noi — ceea ce înseamnă că din trei case existente în 1966, una era construită în ultimii 16 ani — este un proces care continuă, cu tendința de a micșora decalajul dintre sat și oraș și care face necesară extinderea industrializării construcțiilor și în mediul rural.

La proiectarea elementelor prefabricate pentru construcțiile de locuințe de la sate s-au avut în vedere următoarele :

— utilizarea unor prefabricate ușoare — în general de beton armat — care să înlocuiască folosirea lemnului la planșee și acoperișuri ;

— conceperea unor tipuri de prefabricate simple și robuste, care să nu pună condiții grele de confecționare, de transport, de montare și de monolitizare, ținînd seamă de condițiile specifice mediului rural ;

— prevederea unor sortimente suficient de largi și de elastice pentru a permite executarea unei game corespunzătoare de construcții rurale.

Ca atare, prefabricatele pentru mediul rural au fost limitate la greutăți de 200 kg și lungimi de 5 m, îmbinările făcîndu-se fără sudură.

Actualmente există cataloage pentru următoarele tipuri de elemente prefabricate pentru mediul rural :

— grinzi de beton armat cu corpuri de umplutură din beton de tip TCB îmbunătățit ;

— fîșii din corpuri ceramice asamblate și armate ;

— pane de beton armat pentru acoperișuri de azbociment ondulat ;

— pane și căpriori de lemn de fag și PFL.

Se vor studia și alte elemente, ca dulapii de beton precomprimat sau grinzile alcătuite dintr-o talpă inferioară de beton prefabricat și un zăbrelaj de armături care se înglobează în betonul turnat pe șantier între corpurile de umplutură.

Problema nerezolvată încă o constituie însă reglementarea modului de confecționare, desfacere și punere în operă a acestor prefabricate, ținînd seamă de caracterul deosebit al construcțiilor rurale, față de cele urbane, atît din punctul de vedere al caracterului de proprietate particulară pe care îl au în general construcțiile de la sate, cît și din cel al greutăților datorate răspîndirii teritoriale a punctelor de lucru, valorilor mici ale lucrărilor, lipsei de căi de comunicații corespunzătoare și de condiții tehnico-materiale adecvate, lipsei de cadre de proiectare și de execuție etc.

★

În ultimul timp, proiectanții din I.P.C.T. au fost preocupați de extinderea utilizării prefabricatelor și la alte categorii de construcții civile, în afară de locuințe, în speță la clădirile social-culturale.

La această categorie de clădiri, soluțiile prefabricate nu s-au putut folosi în aceeași măsură ca la locuințe, datorită unui complex de factori obiectivi, printre care putem cita :

— diversitatea tipurilor de clădiri social-culturale din punct de vedere funcțional și constructiv (travee, deschideri, sarcini etc.) ;

— volumul relativ mic al fiecărei lucrări în parte ;

— dispersarea teritorială a investițiilor pentru clădiri social-culturale ;

— numărul redus de aplicări ale fiecărui tip de astfel de clădiri ;

— caracterul de unicat pe care îl au multe din clădirile social-culturale în ansamblurile de locuințe în care se integrează.

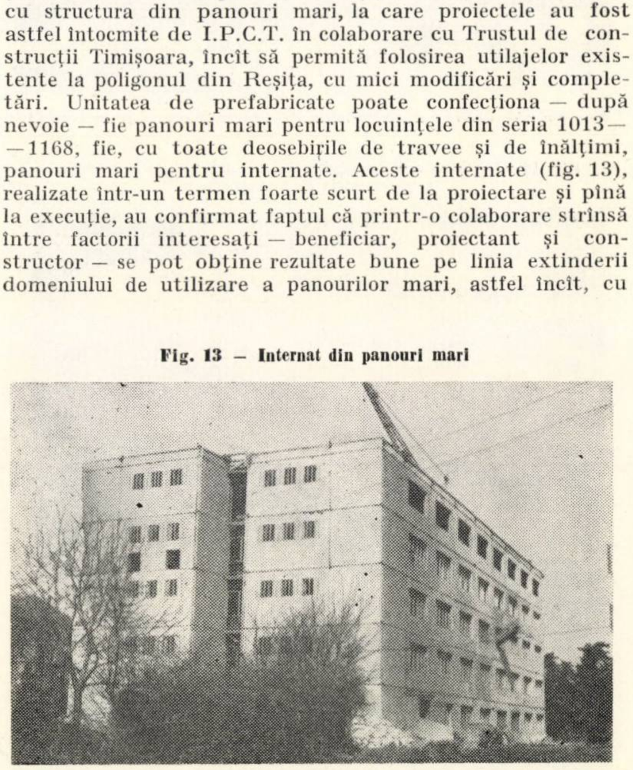
De aceea, atenția proiectanților s-a îndreptat în primul rînd spre acele clădiri a căror frecvență mai mare de utilizare le poate conferi totuși un relativ caracter de construcții de masă : școlile, internatele, creșele și grădinițele de copii, precum și magazinele sătești.

La acestea, urmărindu-se în permanență ca unificarea parametrilor în vederea aplicării prefabricatelor să nu ducă la influențe negative asupra funcționalității și economicității, s-au proiectat atît soluții în care se prevede utilizarea prefabricatelor de serie sau a celor confecționate prin preturnare pe șantier, cît și structuri cu elemente prefabricate specifice, confecționate uzinal.

Astfel, pentru internate școlare și cămine studențești, proiectele I.P.C.T. prevăd, atît structuri de zidărie portantă cu planșee din fîșii cu goluri sau din semipanouri prefabricate, cît și structuri cu diafragme realizate fie monolit, cu cofraje metalice de inventar de tip tunel, fie din panouri mari.

Este de menționat realizarea în 1968 — la inițiativa organelor tehnice locale din Banat — a mai multor internate școlare cu diferite capacități la Reșița, Timișoara și Orșova, cu structura din panouri mari, la care proiectele au fost astfel întocmite de I.P.C.T. în colaborare cu Trustul de construcții Timișoara, încît să permită folosirea utilajelor existente la poligonul din Reșița, cu mici modificări și completări. Unitatea de prefabricate poate confecționa — după nevoie — fie panouri mari pentru locuințele din seria 1013—1168, fie, cu toate deosebirile de travee și de înălțimi, panouri mari pentru internate. Aceste internate (fig. 13), realizate într-un termen foarte scurt de la proiectare și pînă la execuție, au confirmat faptul că printr-o colaborare strînsă între factorii interesați — beneficiar, proiectant și constructor — se pot obține rezultate bune pe linia extinderii domeniului de utilizare a panourilor mari, astfel încît, cu

Fig. 13 — Internat din panouri mari



aceeaşi bază de producţie, să se realizeze feiurite tipuri de clădiri cu un înalt grad de prefabricare.

Este de amintit şi soluţia de planşee prefabricate la şcoli, creşe şi grădiniţe, din fîşii cu goluri de beton precomprimat, cu deschidere de 6 m, lăţimi de 100 şi 80 cm şi înălţime de 22 cm. Aceste fîşii, pentru care s-a elaborat documentaţia de prototipuri, au aceleaşi dimensiuni de gabarit ca cele folosite la clădirile industriale şi vor putea fi confecţionate de noua fabrică de prefabricate de la Hunedoara, la comandă, pentru necesităţile investiţiilor de clădiri social-culturale.

Pentru sălile de gimnastică ale şcolilor s-a proiectat o soluţie de acoperire cu grinzi preturnate pe şantier, de 11 t, şi fîşii prefabricate din beton armat cu goluri rotunde (fig. 14).

De asemenea, putem cita studiile elaborate de I.P.C.T. cu privire la posibilitatea folosirii cu eficienţă a elementelor cu secţiune TT la o serie de clădiri social-culturale care alcătuiesc dotările de microraion.

Utilizînd gabaritele prevăzute în catalogul de grinzi TT tipizate, elaborat de I.P.I.M.P.C., I.P.C.T. a întocmit un prim proiect de execuţie pentru clădirea unui liceu avînd structura integral prefabricată : stîlpi cu console, pe toată înălţimea de trei niveluri a construcţiei şi planşee din grinzi TT (fig. 15), clădire care urmează să se execute în Bucureşti, cu caracter experimental, pentru a se putea verifica rezolvările de detaliu şi eficienţa soluţiei.

Soluţia, prezentînd avantajul unui număr redus de tipuri de prefabricate, va putea fi aplicată şi la alte construcţii social-culturale : creşe, grădiniţe de copii, săli de gimnastică, complexe comerciale etc.

Valorificînd experienţa soluţiilor parţiale proiectate şi realizate pînă acum — în cadrul planului de cercetare s-a elaborat la I.P.C.T. un studiu amplu cu privire la prefabricarea clădirilor social-culturale în etapa viitoare, astfel încît să se poată realiza o gamă foarte bogată de asemenea clădiri cu elemente prefabricate cu caracter interşanjabil, încadrate într-un nomenclator unic — pe baza unei stricte modulări — în aşa fel încît şi în acest domeniu să se ajungă la un grad de prefabricare similar cu cel înregistrat în domeniul locuinţelor.

★

Un alt domeniu în care I.P.C.T. desfăşoară de cîţiva ani — în colaborare cu INCERC şi I.C.P.M.C. — o activitate continuă de studii şi proiectare, îl constituie betonul celular autoclavizat.

O dată cu intrarea în producţie a fabricilor de beton celular autoclavizat de la Doiceşti, Bucureşti-Militari şi Craiova — aceasta din urmă fiind în curs de extindere prin instalarea unei noi linii tehnologice, caracterizată prin parametri superiori — I.P.C.T. a contribuit la asigurarea condiţiilor de asimilare a noilor produse de beton celular autoclavizat în tehnica de construcţii, prin studii de tipizare şi de precizare a domeniilor de folosire eficientă a acestui fel de beton, prescripţii, proiectări de prototipuri, introducerea în proiecte a elementelor de beton celular etc.

Actualmente se fac — pe baza unui plan de acţiune stabilit de M.I.C. şi C.S.C.A.S. — studii şi elaborări de proiecte privind produsele noii linii tehnologice de la Craiova, care se pot utiliza în domeniul clădirilor civile : fîşii de pereţi despărţitori, blocuri mari pentru pereţi exteriori, elemente pentru planşeele terasă etc.

★

Desigur, progresul tehnic în domeniul construcţiilor va face ca în anii viitori să se promoveze în producţie noi elemente prefabricate, de eficienţă superioară, cu un înalt grad de finisare din fabrică, astfel încît să se obţină clădiri cît mai corespunzătoare, cu consumuri minime de materiale şi manoperă, realizate în perioade cît mai scurte de timp.

Faţă de dezvoltarea de pînă acum a proiectării şi execuţiei de elemente prefabricate, se conturează în prezent o serie de tendinţe asupra cărora vom încerca să ne oprim pe scurt în cele ce urmează :

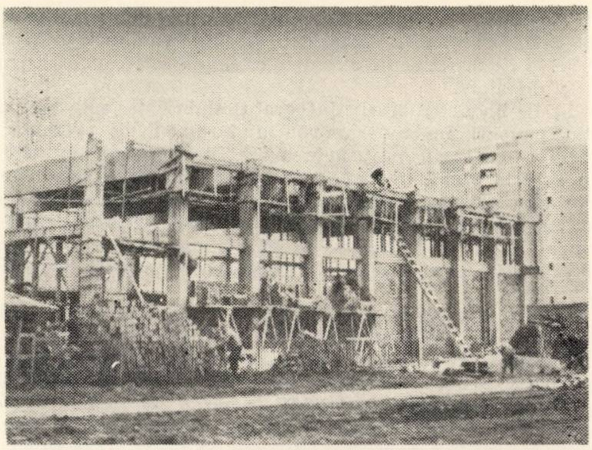


Fig. 14 — Sală de gimnastică cu acoperişul din fîşii cu goluri susţinute pe grinzi preturnate pe şantier

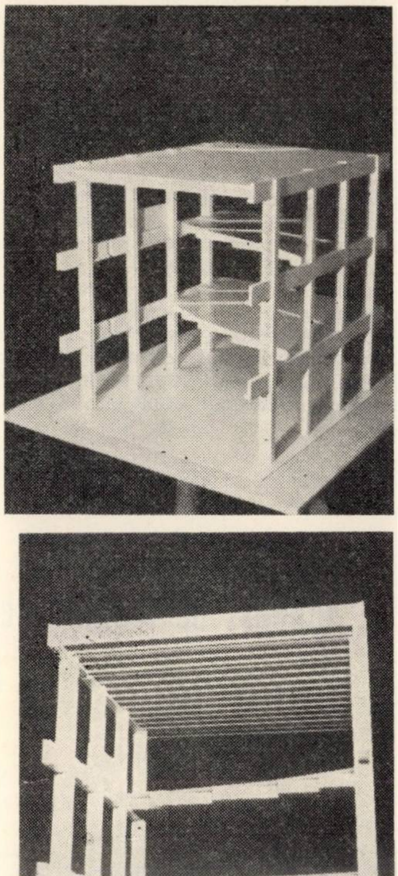


Fig. 15 a şi b — Macheta structurii prefabricate, cu planşee din grinzi TT, pentru un liceu

a) Clădirile din panouri mari, care şi-au dovedit avantajele din punctul de vedere al reducerii consumului de manoperă, al scurtării duratei de execuţie şi al micşorării preţului de cost, îşi găsesc actualmente noi forme de realizare, atît în ceea ce priveşte mărirea sortimentului de clădiri în cadrul unor serii largi de secţiuni de diferite categorii de confort, cu componenţe variate de apartamente, dar încadrate într-o concepţie generală unitară, cît şi în privinţa formulelor pentru confecţionarea prefabricatelor : în fabrici cu capacităţi mari de producţie, dar şi pe poligoane cu capacităţi mai reduse, cu tehnologii adecvate fiecărui caz în parte, corelate cu tipul de clădiri şi cu condiţiile impuse de gradul de seismicitate al amplasamentului respectiv.

Această diversificare a clădirilor din panouri mari implică şi o descentralizare a proiectării acestor clădiri şi a tehnologiilor de realizare a prefabricatelor, proiectare în care urmează a fi antrenate şi unităţile judeţene (D.S.A.P.C.-uri şi servicii de proiectare ale trusturilor de construcţii şi ale fabricilor de prefabricate) şi pentru care I.P.C.T. asigură cadrul general de desfăşurare, prin elaborarea de proiecte directive în faza STE şi de proiecte de execuţie exemplificative pentru capetele de serie.

b) Pe lîngă structurile integral prefabricate, cum sînt cele din panouri mari — expresie a formulei de prefabricare închisă—cu toată multitudinea de soluţii mai sus amintită — în actuala etapă de dezvoltare a construcţiilor de locuinţe din ţara noastră, caracterizată prin mărirea substanţială a volumului anual de locuinţe, care nu poate fi realizat printr-un singur sistem constructiv, îşi găsesc din ce în ce mai mult aplicarea şi alte sisteme de prefabricare parţială, deschisă, elastică.

La acestea, tipizarea centralizată pune accentul pe stabilirea cadrului constructiv, tehnologic şi economic, pe precizarea gabaritelor şi a rezolvării unitare a modurilor de armare şi a îmbinărilor, urmînd ca proiectarea elementelor în sine să fie efectuată de proiectanţii lucrărilor respective descentralizat, în funcţie de caracteristicile specifice acestor lucrări şi de condiţiile tehnologice concrete ale fiecărui caz în speţă. Exemple în acest sens sînt semipanourile de planşee, structura cu schelet mixt ş.a.

Problema interşanjabilităţii elementelor care compun diferitele structuri constituie o preocupare actuală în proiectarea tip, în cadrul concepţiei de prefabricare deschisă, în care un acelaşi element poate căpăta posibilităţi multiple de integrare în diferite structuri pentru o gamă largă de construcţii. Pe această linie se desfăşoară acţiunile de extindere a utilizării prefabricatelor şi în afara domeniului clădirilor de locuit din mediul urban, adică la clădirile social-culturale şi la locuinţele rurale. Astfel, unele prefabricate de mare serie şi cu caracter de universalitate, ca fîşiile de planşeu, elementele de pereţi etc., tind să-şi piardă caracterul de elemente componente ale unor anumite structuri şi să devină „materiale de construcţie".

c) Începe să se contureze necesitatea de a extinde prefabricarea şi la alte materiale, în afara betonului armat, fie prin confecţionarea unor piese din alte materiale (beton celular autoclavizat, ceramică, azbociment, plăci fibrolemnoase, metal, materiale plastice etc.), fie prin combinarea acestora cu betonul armat în vederea obţinerii unor produse cu calităţi sporite de utilizare, cît mai corespunzătoare scopului şi cu un grad ridicat de finisare din fabrică.

d) La prefabricatele de beton armat, utilizarea pe scară cît mai largă a oţelurilor superioare constituie un comandament acut pe linia reducerii consumurilor de oţel.

O dată depăşite greutăţile care s-au înregistrat în anii trecuţi în ceea ce priveşte asigurarea în cantităţile necesare a sortimentului complet de diametre şi cu respectarea integrală a caracteristicilor fizico-mecanice prescrise, utilizarea oţelului PC 52 şi a sîrmei trase mate tinde să constituie soluţia curentă de armare la prefabricatele de serie, corespunzătoare gamei de sarcini şi de deschideri curente la clădirile civile.

Paralel, la categoriile de clădiri social-culturale cu deschideri mari, prefabricatele de beton precomprimat cu armături de înaltă rezistenţă trebuie să-şi găsească din ce în ce mai mult aplicarea, ca şi în domeniul clădirilor industriale.

e) În ceea ce priveşte confecţionarea prefabricatelor, este de cea mai mare importanţă ca în industria acestora să se depună în continuare eforturi pentru asigurarea calităţii produselor în conformitate cu condiţiile prescrise în ceea ce priveşte înscrierea în toleranţe, rezistenţa, aspectul etc. Considerăm că printr-un supliment de efort relativ mic în comparaţie cu volumul total de muncă şi cu mijloacele de producţie din industria de prefabricate — efort concretizat în măsuri gospodăreşti de ordin tehnologic, într-o grijă sporită la succesiunea de operaţii din fluxul tehnologic (pregătirea tiparelor, armarea, betonarea, vibrarea, tratarea termică, decofrarea şi manipularea prefabricatelor) şi în exigenţă la recepţia produselor — se poate ajunge la un nivel calitativ superior, care să situeze prefabricatele noastre la nivelul tehnic atins pe plan mondial.

O premisă necesară în vederea asigurării calităţii dorite o constituie împletirea — încă din faza incipientă de gîndire a unui element prefabricat — a concepţiei structurale a elementului, cu concepţia tehnologiei sale de confecţionare şi cu cea a tehnologiei de punere în operă.

Practica a dovedit că numai o strînsă colaborare între toţi factorii care concură la realizarea unei construcţii—proiectant, cercetător, producător de prefabricate şi constructor — poate asigura promovarea soluţiilor noi, de înaltă tehnicitate, caracterizate prin calitate şi eficienţă ridicată.

Blocuri de locuinţe cu confort diferenţiat din panouri mari prefabricate, proiectate la D.S.A.P.C.-Braşov

Arh. **R. Schiel**, ing. **E. Keintzel**, ing. **V. Buta**, arh. **A. Kessler**

D.S.A.P.C.-Braşov

Creşterea continuă a acţiunii de construcţii în anii regimului socialist a impus de la început înlocuirea sistemelor tradiţionale de execuţie cu metode noi, industriale, transformînd din ce în ce mai mult operaţiile de pe şantier în operaţii de asamblare şi montaj.

Introducerea prefabricatelor de beton şi de beton armat este cea mai importantă măsură pe drumul industrializării construcţiilor, constituind calea cea mai sigură pentru asigurarea execuţiei rapide în condiţiile unei productivităţi mărite şi ale unui consum minim de materiale.

Numărul mare de apartamente care se construiesc an de an nu ar fi posibil fără introducerea elementelor prefabricate de serie confecţionate în fabricile de prefabricate sau pe poligoane mari de şantier, unde sînt asigurate condiţiile unei execuţii îngrijite şi de mare serie.

Din volumul total de beton armat proiectat pentru construcţiile de locuinţe la D.S.A.P.C.-Braşov, un procent substanţial îl deţine betonul armat prefabricat, care a crescut de la 43% în 1965 la 57% în 1968, cu toate că un număr însemnat de blocuri au fost executate în cofraje glisante.

Aceste rezultate se datoresc, în primul rînd, introducerii la lucrările de locuinţe a panourilor mari prefabricate, sistem constructiv cu cel mai ridicat grad de prefabricare și industrializare.

Din volumul total de beton armat prefabricat prevăzut la locuințe, cel al panourilor mari a crescut la proiectele elaborate de D.S.A.P.C.—Brașov de la 63% în 1965 la 74,5% în 1968.

Ca urmare a directivelor Plenarei C.C. al P.C.R. din 19 iunie 1968 și a H.C.M. nr. 1650/1968, care prevede trecerea la construcția de locuințe diferențiate prin numărul de camere, confort, dotare și preț, D.S.A.P.C.—Brașov a întocmit în timp scurt un studiu cu variante, în care soluțiile constructive avînd la bază întrebuințarea panourilor mari executate în fabrica de prefabricate IPEC—Brașov și pe poligonul de la șantierul Hipodrom din Sibiu au fost amplu studiate.

În urma avizului pozitiv al organelor locale și centrale de specialitate s-a trecut într-un termen scurt la întocmirea proiectelor de execuție cu caracter refolosibil în cadrul institutului pentru soluțiile din panouri prefabricate.

Astfel, pentru categoriile II și III de confort au fost elaborate blocurile BV 11 și BV 12, la care s-a urmărit, pe cît posibil, să se folosească tiparele existente la IPEC—Brașov pentru proiectele seriilor 1013 și 1168.

În acest fel, la noile secții se folosesc traveele de 1,80 ; 2,40 ; 3,00 ; 3,60 și 4,80 m, modificîndu-se în același timp și golurile de uși și ferestre conform STAS 465—66, 466—66 și 5333—66.

Blocul tip BV 11 se compune din două secțiuni tip B 1 de la care s-au scos traveele de 3,00 m de lîngă scară, ce corespund bucătăriilor din proiectul tip 1013, înlocuindu-le cu traveea de 1,80 m corespunzătoare băilor în care au fost amplasate bucătăria și vestibulul cu suprafețe reduse și s-a micșorat traveea de 3,60 m de la casa scării la 2,40 m (fig.1).

Blocul tip BV 12 se compune din trei secțiuni tip B 1, avînd travee identice cu BV 11, cu deosebirea că traveea de 3,60 m de la camera de zi a fost micșorată la 3,00 m, renunțîndu-se și la balcon (fig. 2).

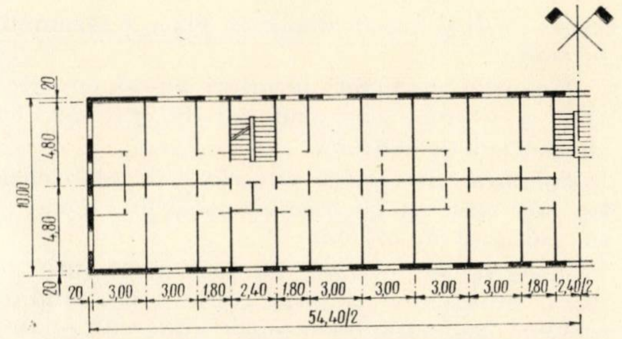


Fig. 2 — Bloc B V 12 pentru categoria III de confort

Astfel, a rezultat următoarea situație pentru tipurile de panouri mari întrebuințate la cele două blocuri :

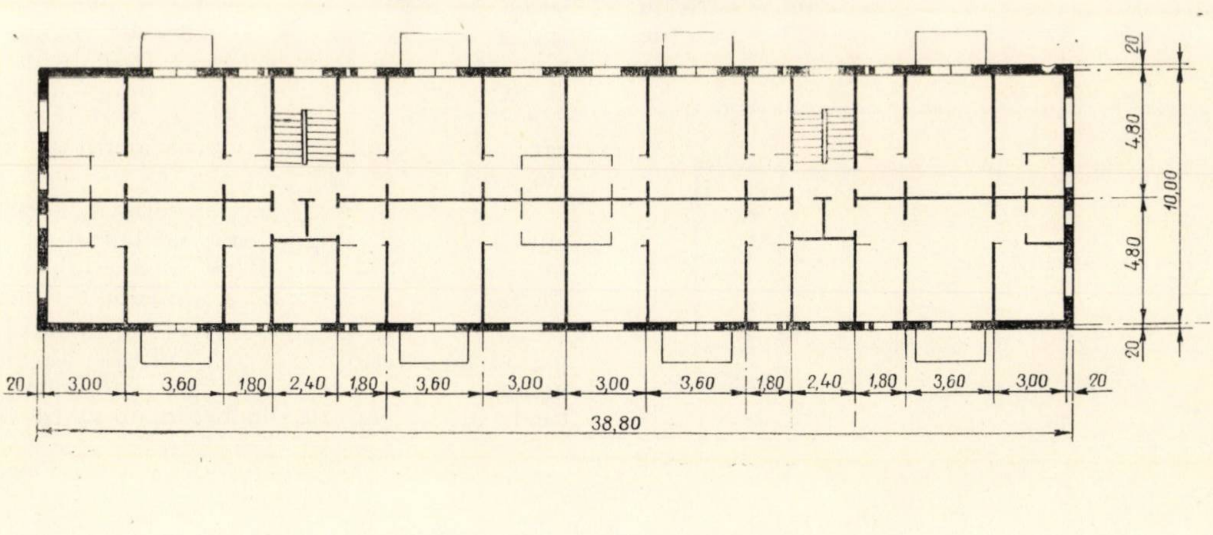
Tipul blocului	Total tipuri de panouri mari	Panouri neschimbate față de 1013	Panouri cu gabarite identice cu cele din 1013	Panouri cu gabarite noi
BV 11	49	17	23	9
BV 12	48	16	23	10

Din tabela de mai sus se poate constata că folosind seturile de cofraje existente la IPEC—Brașov se pot obține, cu minimum de transformări, panourile necesare pentru cele trei categorii de confort I, II și III. Aceasta contribuie ca în fabrica de prefabricate să se treacă din mers la producția panourilor pentru gradele II și III de confort.

Din punct de vedere arhitectural s-au unificat golurile de tîmplărie la toate categoriile, reducîndu-se dimensiunile pentru a micșora pierderile de căldură. Balcoanele din proiectul 1013—12 au fost reduse corespunzător. Grupurile sanitare sînt accesibile printr-un degajament, asigurînd prin aceasta un confort sporit față de noile proiecte I.P.C.T. din panouri mari.

Suprastructura este realizată integral din panouri prefabricate, avînd pereții portanți

Fig. 1 — Bloc B V 11 pentru categoria II de confort



transversali și longitudinali cu planșee rezemate pe contur.

Panourile de pereți interiori au 14 cm grosime și se realizează cu gol de ușă sau cu buiandrugi în consolă.

Panourile de pereți exteriori se realizează din trei straturi cu termoizolație din b.c.a. și au grosimea de 27 cm.

Panourile de planșee au fost menținute de 10 cm grosime ca la seria 1013—1168, modificîndu-se armătura în cîmpurile unde s-au schimbat încărcările.

Infrastructura a fost prevăzută cu subsol tehnic pe fundații continue de beton simplu B 75 și socluri de B 100. În planșeul peste subsolul tehnic se ancorează mustățile din suprastructură.

Nu s-a renunțat la prevederea subsolului tehnic, care asigură pentru zona seismică de gradul 7 în care se află orașul Brașov o rigiditate mărită a infrastructurii și posibilitatea unui control riguros al instalațiilor.

În ceea ce privește conformarea antiseismică a celor două blocuri sînt de remarcat următoarele :

— Existența peretelui longitudinal median plin asigură o conformare antiseismică foarte bună pe direcția longitudinală.

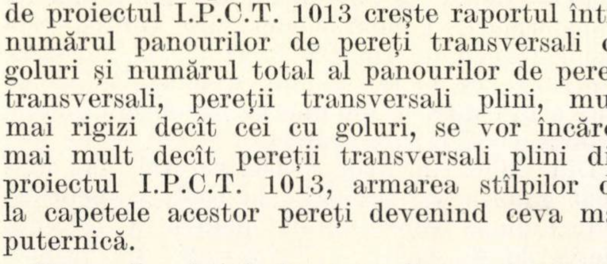
— Deoarece prin modificările introduse față de proiectul I.P.C.T. 1013 crește raportul între numărul panourilor de pereți transversali cu goluri și numărul total al panourilor de pereți transversali, pereții transversali plini, mult mai rigizi decît cei cu goluri, se vor încărca mai mult decît pereții transversali plini din proiectul I.P.C.T. 1013, armarea stîlpilor de la capetele acestor pereți devenind ceva mai puternică.

Panourile obținîndu-se cu linia tehnologică existentă la IPEC—Brașov, nu s-au schimbat soluțiile de îmbinări din proiectele 1013—1168, iar greutatea panourilor nu trece de 4,9 t.

Indicii de consum de beton și oțel sînt la nivelul celor din proiectele I.P.C.T. 1013—1168.

În cursul anului 1968, D.S.A.P.C.—Brașov a întocmit și proiecte pentru blocuri din panouri mari, care se pot executa pe poligoane de șantier, urmînd să fie aplicate în orașe care nu au în apropiere fabrici de prefabricate (de exemplu, în Sibiu, unde se aplică la blocurile din cartierul Hipodrom).

Fig. 3. — Panouri mari executate pe poligon pentru categoria I



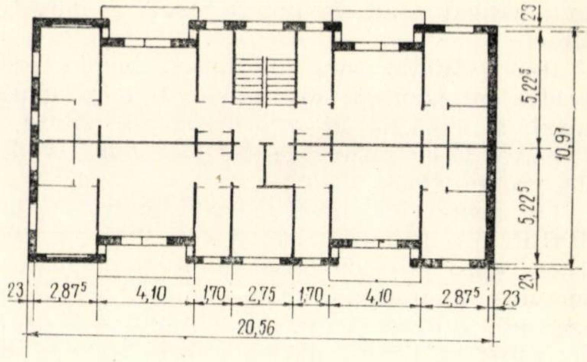


Fig. 4. — Bloc. Panouri mari executate pe poligon pentru categoria II

Sistemul constructiv are la bază proiectul 1168/G elaborat de I.P.C.T. și blocurile experimentale din Deva, proiectate de ISCAS.

Pentru categoria I de confort (fig. 3), blocul se compune din trei tronsoane alipite a cîte 20 de apartamente, menținînd în principiu distribuția din proiectul 1168/G, dar obținîndu-se în final — la aceeași suprafață construită pe bloc — o mărire a suprafeței locuibile cu 7,65 m².

Pentru categoria II de confort (fig. 4), blocul se compune din patru tronsoane, fiecare cu cîte 20 de apartamente, care au fost obținute prin anumite transformări aduse secțiunii de categoria I.

Blocurile au subsol tehnic, parter și 4 etaje și au următoarea structură de rezistență :

Infrastructura a fost prevăzută cu subsol tehnic pe fundații continue de beton simplu B 75 și socluri de B 100 în care se ancorează armătura verticală necesară preluării eforturilor seismice.

Suprastructura blocului este alcătuită din panouri mari prefabricate pe un poligon de șantier, panourile de planșeu realizîndu-se din beton armat, panourile de pereți interiori din beton simplu cu agregate grele, iar panourile de pereți exteriori din beton simplu cu agregate ușoare (zgură expandată de Hunedoara sau scorie bazaltică de Racoș).

În proiectarea suprastructurii blocurilor s-a ținut seamă de caracteristicile betonului de zgură sau scorie, urmărindu-se punerea în valoare a calităților acestora (izolant termic) și evitarea pe cît posibil a deficiențelor pe care le prezintă (contracție mărită în comparație cu betonul greu, ușoară aciditate în cazul zgurii).

S-a prevăzut ca pereții exteriori să fie executați dintr-un singur strat de beton de zgură în grosime de 38 cm, avînd avantajul eliminării aproape în întregime a punților termice.

În vederea reducerii efectelor contracției, panourile exterioare au fost limitate de golurile ușilor și ale ferestrelor. La îmbinările verticale ale panourilor din beton de zgură nu au fost prevăzute nici un fel de legături, pentru a permite contracţiei să se exercite pe distanţe mici, eventualele fisuri din contracţie dezvoltîndu-se în rosturi.

Panourile verticale de pereţi au asigurată stabilitatea prin turnarea unor centuri la partea superioară, centuri în care se prind şi panourile de planşeu.

Planşeul este alcătuit din plăci mari prefabricate, groase de 11 cm, rezemate pe pereţi prin intermediul centurii. Legătura dintre panourile de planşeu şi centură se face prin bucle de armătură scoase din prefabricat.

Pereţii interiori portanţi s-au prevăzut din beton greu în grosime de 15 cm, avînd golurile pentru tîmplăria uşilor cu înălţimea egală cu cea a încăperilor, neexistînd buiandrugi.

Îmbinările dintre panouri se realizează fără mustăţi de armare, numai prin umplerea rosturilor cu mortar de ciment. Etanşarea rosturilor verticale dintre panourile exterioare se va face — conform detaliilor experimentate de INCERC — cu chit Romalchid şi mortar de Aracet.

Proiectul blocurilor a fost întocmit pentru zona de seismicitate de gradul 6. Ca atare, s-a făcut un calcul seismic în care s-au introdus forţe seismice egale cu jumătatea forţelor seismice corespunzînd gradului de seismicitate 7. După cum rezultă din acest calcul, în pereţii transversali nu apar eforturi de întindere, iar în cei longitudinali apar eforturi de întindere, dacă se consideră în mod acoperitor că rosturile dintre elementele de perete nu pot transmite eforturi. Ca atare, în peretele interior longitudinal se prevăd armături pentru preluarea acestor întinderi. De asemenea, pe conturul tuturor panourilor de perete se prevede cîte o bară Ø 8 sau 10, pentru a elimina posibilitatea producerii unor accidente prin desprinderea unor bucăţi de panou în faza de montaj.

Panourile de planşeu au fost verificate în trei ipoteze: în faza de motaj, cînd sînt agăţate de cîrligul macaralei, în faza de execuţie, cînd reazemă pe popi şi suportă o sarcină utilă, şi în faza de exploatare.

Consumul de oţel-beton realizat în suprastructură (panouri de pereţi şi planşee, beton armat monolit) este de 15,1 kg/m^2 Ad.

Pentru etapa imediat următoare ne propunem să trecem la realizarea unor noi secţiuni tip din panouri mari prefabricate, la care se va ţine seamă de specificul peisajului braşovean. Acest proiect va avea ca principiu de bază utilizarea panourilor prefabricate interşanjabile, modulate astfel încît cu un număr destul de mic să se poată obţine o gamă relativ largă de apartamente din toate categoriile de confort.

Proiectarea acestui nou tip de bloc va permite asamblări foarte variate, care să înlăture monotonia din unele cartiere. În acest sens, pe baza modulului de 1,2 m s-au făcut secţiuni care urmează a fi detaliate în cadrul proiectului de execuţie ce se va elabora la D.S.A.P.C. —Braşov în cursul anului 1969.

Aspecte în evoluţia concepţiei de alcătuire şi execuţie a structurilor de hale industriale parter în România

Ing. Dinu Grigoriu, ing. Gh. Săndulescu
I.P.C.T.

I. INTRODUCERE

În economia epocii noastre, progresul devine tot mai mult rezultatul cooperării diverselor sectoare de activitate, întrepătrunderii tot mai mari şi mai complexe a acestora.

Sectorul construcţiilor — domeniu în care metodele ,,tradiţionale'' au rezistat poate perioada cea mai lungă de timp, constituind adeseori şi azi o cale de rezolvare a anumitor categorii de clădiri — s-a găsit la un moment dat într-o anumită izolare în raport cu alte activităţi tehnice. Evident, există explicaţii majore în privinţa aceasta, datorite în mare măsură însuşi caracterului de unicat al construcţiilor, de nerepetabilitate a lor etc.

Dar tocmai datorită acestor cauze a existat uneori impresia că, în domeniul construcţiilor, introducerea ,,noului'' nu se putea datora decît exclusiv eforturilor făcute de inginerii dotaţi şi pregătiţi în mod excepţional, care, prin priceperea şi talentul lor deosebit, puteau introduce soluţii noi, superioare. În acelaşi timp se insista mult prea puţin asupra posibilităţilor aduse de alte sectoare de activitate ale tehnicii.

Trebuie să recunoaştem că pe această linie, în cadrul diverselor etape de dezvoltare a economiei din ţara noastră, ideile şi iniţiativele remarcabile au permis realizarea unor construcţii deosebite, adevărate ,,unicate'' şi ,,capodopere'', care au stimulat şi impulsionat eforturile inginerilor constructori, creînd şcoli de gîndire inginerească, declanşînd curente de opinie pentru întreaga masă a tehnicienilor constructori.

Dar impetuoasa dezvoltare a societăţii noastre socialiste din ultimii 20 de ani, materializată pentru sectorul construcţiilor printr-o permanentă şi spectaculoasă creştere a volumului de clădiri, cu termene tot mai scurte impuse execuţiei acestora, cu necesitatea obţinerii unor soluţii de economicitate şi calitate superioară, a făcut ca, treptat, concepţia privind alcătuirea şi realizarea construcţiilor să fie nevoită să găsească noi rezolvări şi noi metode de execuţie. Această concepţie a trebuit să capete o nouă orientare, avînd la bază o gîndire nouă, cea a industrializării execuţiei construcţiilor.

Industrializarea în domeniul construcţiilor a însemnat trecerea pe scară largă la prefabricare, la folosirea unor metode şi procedee noi, care să asigure execuţia rapidă a unui volum sporit de construcţii, cu o cantitate de muncă din ce în ce mai redusă şi cu utilizarea de materiale noi cu eficienţe sporite.

Treptat, procesul de execuţie a construcţiilor s-a transformat într-un proces de producţie industrială — atît la fabrică, cît şi pe şantier — supus legilor de dezvoltare specifice unei astfel de producţii.

Transpunerea procesului de execuţie a construcţiilor la un nivel de producţie industrială a introdus elemente şi parametri esenţialmente noi în gîndirea inginerului constructor. În acelaşi timp, ea a creat raporturi de corelare şi subordonare în munca de concepţie privind alcătuirea şi realizarea clădirilor, legate tot mai strîns de metodele şi posibilităţile tehnice ale mijloacelor de execuţie.

Realităţile vieţii au demonstrat şi verificat, după 20 de ani, că, în prezent, progresul în domeniul construcţiilor nu mai poate fi gîndit decît ca o corelare a concepţiei de proiectare a ansamblului structural cu concepţia de producere pe scară industrială a diferitelor elemente componente prefabricate.

Strînsa legătură dintre aceşti doi factori esenţiali — concepţia structurală şi modul de realizare — a creat o intercondiţionare reciprocă, care nu mai poate fi sub nici un motiv evitată. De rezolvarea acestor doi factori, care constituie acum două laturi ale aceleiaşi probleme, depinde reuşita eficienţei construcţiilor realizate, posibilitatea asigurării volumului de construcţii în termene de execuţie reduse, corespunzătoare nevoilor societăţii noastre.

Gîndirea în proiectarea structurilor, precum şi dezvoltarea lor în perspectivă au introdus — în rezolvările de ansamblu — condiţionările impuse de rezolvarea detaliului pe planul execuţiei. Schimbarea concepţiei în proiectarea structurilor, salturile sau evoluţia lentă a acestora, au marcat fidel salturi sau procese evolutive lente în posibilităţile tehnologice ale producţiei. Şi invers, posibilităţile tehnologice şi baza materială a mijloacelor de producţie au influenţat şi marcat puternic concepţia soluţiilor de ansamblu şi rezolvările constructive respective.

Ar fi însă prea simplist să admitem că procesul de realizare a construcţiilor s-a referit numai la problemele menţionate. În realitate, trecerea la industrializarea construcţiilor s-a făcut utilizîndu-se numeroase rezultate ale dezvoltării generale a tehnicii şi ştiinţei. Astfel, ne-am putea referi la o serie de materiale (cum ar fi toroanele de oţel superior, betoanele de marcă superioară, betoanele uşoare etc.), la o serie de procedee noi de execuţie, la utilaje speciale de formare etc., care au putut fi introduse şi au devenit rentabile în construcţii numai în cadrul unei execuţii cu caracter industrializat.

În acelaşi timp, ca în orice producţie cu caracter industrial, trecerea la execuţia în serie mare a elementelor componente ale clădirii a necesitat tipizarea lor, tipizare care, la rîndul ei, a evoluat, s-a dezvoltat neîncetat, atacînd diversele probleme prin metode din ce în ce mai ştiinţifice şi urmărind satisfacerea unei game de necesităţi funcţionale din ce în ce mai largi, cu sortimente de elemente cît mai restrînse.

Azi, după parcurgerea unui drum de 20 de ani în domeniul prefabricării, se poate constata că industrializarea construcţiilor la un nivel ridicat constituie în R. S. România o realitate şi că ea are la bază o concepţie reprezentînd o sinteză complexă între alcătuirea structurilor şi ansamblului realizat din elemente prefabricate componente, pe de o parte, şi tehnologia de execuţie a acestora, pe de altă parte, incluzînd totodată aspectele de montaj şi transport şi urmărind satisfacerea unei largi game de necesităţi funcţionale, cu asigurarea unor performanţe superioare de cost, consumuri de materiale, manoperă şi durată de execuţie.

Pe linia consideraţiilor de mai sus, în cele ce vor urma se va căuta să se exemplifice schematizat evoluţia gîndirii structurilor halelor industriale parter în R. S. România în perioada 1950—1969, parcurgînd foarte succint etapele principale ale unora dintre soluţiile care au avut o aplicare largă, respectiv a celor din proiectele şi cataloagele de elemente tipizate elaborate de I.P.C.T.* în colaborare cu Direcţia generală a prefabricatelor din Ministerul Industriei Construcţiilor.

II. PREFABRICAREA MIXTĂ (PRETURNARE + UZINARE

O dată cu necesitatea de a se mări ritmul de lucru în construcţii, cerut imperios de dezvoltarea socialistă a ţării, în perioada 1950—1955 s-a început producerea primelor elemente de prefabricate în ateliere sau fabrici mici special amenajate, făcîndu-se o adevărată ,,breşă'' în tehnica betonului monolit, care pînă la acea vreme reprezenta soluţia tehnologică unică.

Prefabricarea pieselor, evident, a fost condiţionată de posibilităţile tehnologice din acea perioadă, utilajele respective permiţînd în principiu realizarea şi manipularea unor elemente de greutate redusă, de regulă 500 pînă la cel mult 1 000 kg. Se executau elemente prefabricate mici, grinzi cu deschidere redusă, elemente de beton simplu, de exemplu corpuri de umplutură etc.

Se poate aprecia însă că dezvoltarea puternică în direcţia prefabricării construcţiilor de hale industriale parter datează din 1954—1955.

Din această vreme se poate constata o mare extindere a construcţiei de hale realizate cu prefabricate, avînd la bază următoarea rezolvare :

— elementele principale ale structurii, datorită dimensiunilor şi greutăţii lor mari, se execută pe şantier prin preturnare lîngă locul de asamblare ;

— elementele secundare ale acoperişului, care au dimensiuni şi greutăţi mai reduse, se execută la fabrici sau poligoane, de unde sînt transportate la locul de montaj.

În scopul realizării prefabricării se adoptă modulul de 3 m şi submodulul de 1,50 m.

Pentru elementele cu mai largă răspîndire — principale şi secundare — se elaborează primele proiecte şi cataloage de elemente tipizate, însoţite uneori şi de secţiuni exemplificative de hale.

Ca elemente principale preturnate tipizate se folosesc cu precădere ferme cu zăbrele de 12, 15, 18 şi 24 m deschidere, apoi arce de 15, 18, 24 m, grinzi cu inimă plină cu carcase sudate de 9, 12, 15 m, grinzi de rulare, stîlpi, elemente pentru luminătoare etc.

Elementele confecţionate în fabrici (uneori şi pe poligoane) sînt cele secundare de acoperiş, printre care mai ales chesoanele tipizate de beton armat de 1,0 şi 1,5 m lăţime şi de diverse lungimi (6,0 ; 7,5 ; 9,0 m) ; de asemenea, pane şi diverse plăci de beton armat, armociment etc.

Cu astfel de elemente s-au executat în perioada 1955—1960 numeroase investiţii din diverse ramuri industriale (fig. 1), însumînd sute de mii de m^2 de hale, din care trebuie menţionate mai ales cele din industria chimică, industria lemnului, ateliere de tipuri diverse etc.

Acest sistem de prefabricate — turnate pe şantier pentru elementele principale şi prefabricate în uzine pentru cele secundare — s-a impus în acea perioadă ca soluţia de cea mai largă utilizare, care a marcat, în raport cu metodele tradiţionale, paşi importanţi înainte pe drumul industrializării şi un nivel mai coborît al consumurilor de materiale şi manoperă şi al costului.

Astfel, prin preturnarea pe şantier s-au eliminat eşafodajele de lemn costisitoare, care constituiau o serioasă piedică în scurtarea duratei de execuţie ; elementele au fost turnate în tipare cu un număr mare de refolosiri ; armătura, realizată din oţeluri superioare, se montează sub formă de subansambluri de carcase sau carcase întregi (sudate, în cazul grinzilor).

Executarea la fabrică a elementelor de acoperiş a reuşit să asigure o producţie mai bine organizată, cu caracter continuu şi ritmic, neinfluenţată de anotimpuri şi intemperii. S-au putut introduce tipare metalice, s-a trecut la accelerarea întăririi betoanelor (în general, prin tratamente termice), asigurîndu-se astfel mărirea volumului de elemente realizate în unitatea de timp.

Totuşi, executarea la fabrică a unor elemente a însemnat, în realitate, transpunerea în uzină a aceloraşi metode şi procedee meşteşugăreşti de lucru folosite pe şantiere, utilizarea aceloraşi materiale (betoane, de regulă, de marca B 200—250).

În ceea ce priveşte concepţia generală a prefabricatelor şi preturnatelor, se poate constata că ele sînt gîndite fiecare ca elemente de sine stătătoare, bine studiate, dar că la baza lor nu a existat, în general, o concepţie de ansamblu suficient de adîncită a diverselor hale ce se pot realiza cu astfel de elemente, sub aspect funcţional şi chiar structural. Aceasta a făcut ca domeniul lor de aplicare să fie limitat funcţional (la anumite luminătoare, termoizolaţii pentru anumite umidități interioare etc.), iar asamblările să necesite adeseori rezolvări care micşorau în parte avantajele scontate, datorită, de exemplu, necesității introducerii de zone, fîşii sau grinzi turnate monolit.

---

* În cadrul activităţii de studii, cercetare şi proiectare, precum şi de stabilie a priincipiilor şi soluţiilor care au stat la baza proiectelor elaborate de I.P.C.T. o serie de ingineri şi arhitecţi din cadrul acestui institut au adus importante contribuţii. Dacă ar fi să amintim numai pe cei care au avut o activitate mai îndelungată, trebuie citaţi următorii ingineri : P. Vernescu, director tehnic, A. Cazacliu, D. Grigoriu, Gh. Săndulescu, M. Popovici, I. Mutafolo, C. Iacob, M. Dabija, C. Georgescu, D. Nelepcu, A. Scarlat, Gh. Niculescu, V. Petrescu, arhitecţii R. Creţoiu şi E. György ş. a.

De aceea, aplicarea acestui sistem mixt — preturnare şi prefabricare — a reprezentat numai o etapă, pînă aproximativ în 1960, respectiv pînă la realizarea unei rețele mai mari de uzine — suficientă pentru a asigura producerea în serie a elementelor de structură — şi pînă la introducerea unor procedee şi materiale specifice producției industriale, care să poată schimba caracterul meşteşugăresc al producției.

III. PREFABRICAREA UZINATĂ A TUTUROR ELEMENTELOR DE STRUCTURĂ

Trecerea la prefabricarea de mare serie, în uzină, a elementelor componente ale structurii s-a făcut adoptîndu-se metode şi mijloace specifice producției industriale, cum ar fi tipizarea elementelor, utilizarea unor noi mijloace de ridicare şi transport mai puternice în fabrici şi pe şantiere, trecîndu-se la soluții, materiale şi procedee de fabricație mai avantajoase în condițiile executării lor uzinate.

În primul rînd, prin tipizare s-au restrîns parametrii geometrici ai halelor, limitîndu-se traveele la una de bază (6,0 m) şi una posibilă (12,0 m), adoptîndu-se numai deschideri de 12, 15, 18 şi 24 m şi recurgîndu-se, pentru stîlpi, la modulul de 0,60 m.

În fabrici şi pe şantiere s-au introdus mijloace de ridicare şi manipulare pentru piese cu greutatea pînă la 5,0 t şi lungimea maximă de 6,0 m.

S-au elaborat proiecte tip pentru elementele structurilor, precum şi secțiuni exemplificative de hale, care prin concepția lor au asigurat restrîngerea varietății de tipuri, pentru a se putea realiza în fabrici serii suficient de mari, dar urmărindu-se în acelaşi timp satisfacerea unor necesități funcționale mai mari, în aşa fel încît să se asigure un domeniu de aplicare mai larg.

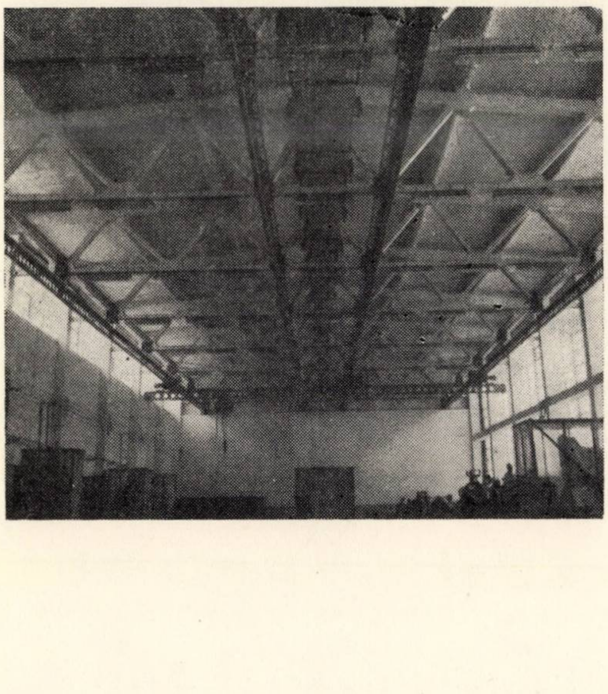
În acest scop, pentru elementele principale ale structurii — datorită greutății lor mari — s-a recurs la fragmentarea lor în panouri de dimensiuni şi greutăți care pot fi executate şi transportate uşor (respectiv maximum 5 t şi 6 m) urmînd a fi asamblate pe şantier prin precomprimare.

Este bine cunoscută în această privință seria de elemente principale de ferme-arc tipizate (proiect IPCT 2032) alcătuite din numai patru tipuri de panouri de bază uzinate (6 m lungime), cu care s-au realizat ferme de 12, 15, 18 şi 24 m, la interax de 6 m, pentru diverse capacități de încărcare (fig.2).

Pentru asamblarea pe şantier se foloseşte armătura din fascicule mici drepte de 12 Ø 5, alcătuite din sîrmă de înaltă rezistență (SBP) de 16 000 kg/cm^2 la rupere (inițial şi 15 000 kg/cm^2), care se postintind după anfilare în canalele lăsate în panouri. Blocarea se asigură prin ancoraje metalice de tip inel-con de concepție şi producție românească.

Deschiderile şi capacitatea portantă a fermelor se obțin prin asamblare la lungimea dorită a panourilor şi prin utilizarea numărului de fascicule necesar, fermele putînd fi folosite în consecință, atît la încărcări uşoare, cît şi la încărcări grele provenind din acoperiş şi eventualele sarcini suspendate de acesta.

Fig. 1 — Hală industrială cu ferme preturnate şi chesoane uzinate



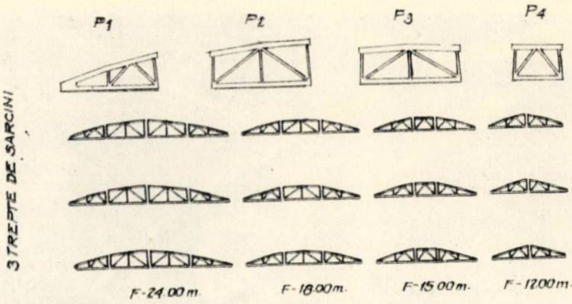


Fig. 2 — Seria fermelor-arc tipizate

Astfel, a devenit posibilă folosirea unui produs uzinat de mare serie — panoul de beton armat — la alcătuirea unei variate game de tipuri de hale, cu parametri funcționali şi geometrici diverşi.

Pentru elementele secundare de acoperiş s-au utilizat şi materiale noi, realizabile numai în cadrul unei producții industriale de fabrică, cum sînt plăcile termoizolatoare autoportante de beton uşor (beton celular autoclavizat) armate, de 3,0 m lungime, rezemînd pe pane de beton armat de 6 m dispuse la 3 m interax. Această rezolvare a creat o nouă ,,breşă" în sistemul de realizare a termoizolațiilor clasice, prin aceea că a eliminat termoizolațiile neeconomice, care foloseau şape grele.

Noua serie de elemente prefabricate executate integral în uzină, ferme-arc, pane, plăci (uneori plăci de beton armat), la care adeseori s-au adăugat şi stîlpii — a căpătat astfel o deosebit de largă utilizare în aproape toate principalele ramuri ale industriei. Lista investițiilor respective este deosebit de lungă, de la introducerea acestui sistem — din 1960 — şi pînă în 1967 realizîndu-se imense suprafețe de hale.

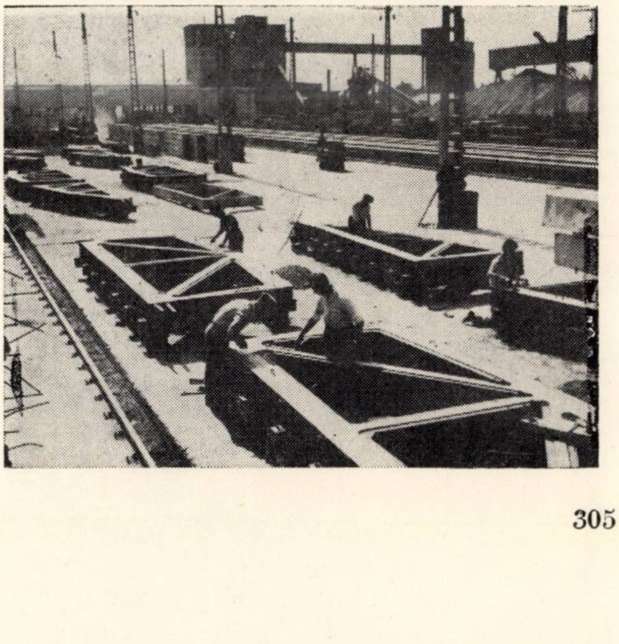
Aspectul esențial al introducerii pe scară atît de largă a acestui sistem de construcție îl constituie faptul că el a marcat o nouă orientare şi o nouă etapă în evoluția construcțiilor din țara noastră, păşindu-se efectiv la industrializarea construcțiilor, cu importante consecințe pe plan economic.

Astfel, *în fabrică* se pot observa următoarele:

— elementele se execută în tipare metalice (fig. 3) cu un grad foarte ridicat de refolosire (un tipar este folosit ani în şir); tiparele sînt de tip clasic, cu piese rabatabile sau deplasabile;

— elementele se execută pe linii tehnologice bine puse la punct, în general de tip ,,conveier" (fig. 4), cu un grad ridicat de mecanizare, folosindu-se tratamente termice care permit micşorarea ciclurilor de fabricație pînă la 24 de ore; execuția la punctul de lucru mai are încă un caracter meşteşugăresc (de exemplu, pentru montarea armăturii, pentru vibrarea betonului etc.);

Fig. 3 — Executarea panourilor de fermă pe linii tehnologice



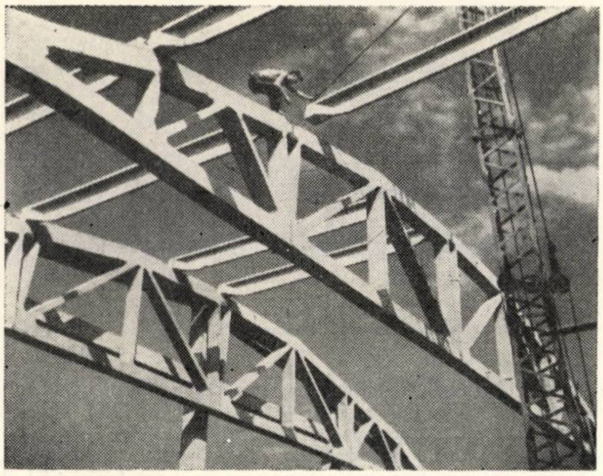


Fig. 4 — Montarea pe şantier a elementelor de structură

— prefabricatelor li se asigură controlul calitativ, ceea ce asigură produselor — mai ales la unele fabrici care încep să capete ,,tradiţie" în domeniul prefabricării— o calitate mai constantă ;

— caracteristic este şi faptul că, periodic, se aduc îmbunătăţiri pe baza experienţei acumulate, făcînd astfel posibilă creşterea calitativă a produselor şi randamentului liniilor tehnologice; treptat, se îmbunătăţesc tiparele, se elaborează noi ediţii de proiecte; se adoptă confecţionarea armăturii la atelier sub formă de carcase (legate) care se aşază direct în tipar etc. ;

— se folosesc în masă materiale de calitate superioară ; astfel, pentru panourile fermelor se utilizează betoane de marca B 400. Ulterior, printr-un efort al producătorilor, s-a trecut la marca B 500, cu rezistenţă minimă la transferul forţei de precomprimare de 400 kg/cm^2, ceea ce a asigurat o mai mare robusteţe elementelor la transport şi manipulări, eliminîndu-se, practic, piesele rebutate pe parcursul dintre fabrică şi şantier.

Pe şantier, procesul de execuţie face un real salt calitativ :

— el devine un proces de montaj, unde au loc numai operaţiile de asamblare, precomprimare şi montare a elementelor prefabricate ale structurii. Astfel, aspectul şantierelor se schimbă radical, ochiul privitorului putînd constata aproape cu mirare înaintarea surprinzătoare a construcţiei, în contrast cu numărul foarte redus de muncitori ;

— în raport cu soluţiile anterioare cu preturnare, durata de execuţie pe şantier se reduce sensibil, cu 20—30%, iar cantitatea totală de mînă de lucru scade în măsură importantă. Se poate aprecia că reducerea totală a mîinii de lucru (uzină +şantier) este de ordinul 20%.

Sub aspectul general al eficienţei tehnico-economice a sistemului se constată :

— reducerea consumului general de metal în structură cu 15—20% ;

— greutatea acoperişului se micşorează cu pînă la 30%, prin folosirea plăcilor autoportante termoizolatoare ;

— pentru costul real, efectiv, ţinînd seamă de toate avantajele pe care le aduce în durata şi organizarea şantierului, se realizează de asemenea o reducere.

Introducerea acestui nou sistem de construcţie a marcat— paralel cu mărirea eficienţei tehnico-economice — o nouă orientare în concepţia generală de proiectare a halelor. Astfel, prefabricatele nu sînt gîndite numai ca elemente în sine, ci ca părţi componente ale diverselor tipuri de construcţii care se pot realiza, avînd la bază o concepţie structurală unitară şi statică, precum şi de asigurare antiseismică.

Datorită caracterului seismic pronunţat al unei mari părţi a teritoriului României, s-a pus accentul—în cadrul proiectelor de secţiuni tip şi elemente tip cu ferme precomprimate— pe stabilirea unei concepţii care să permită extinderea folosirii prefabricatelor şi în zonele seismice, fără sporuri importante de cost şi materiale. Studiile întreprinse în cadrul proiectelor tip au permis stabilirea unei concepţii care a urmărit redarea caracterului monolit al construcţiei, adoptîndu-se îmbinări monolite (pe cel puţin două laturi ale prefabricatului), fără concentrări de eforturi şi cu posibilităţi de ,,disipare" a energiei de micşorare a eforturilor în diafragma acoperişului (de exemplu prin egalarea perioadelor de vibraţie proprie a diverselor şiruri de stîlpi, prin folosirea de prinderi elastice ale pereţilor de structură etc.).

Un alt aspect care trebuie reţinut este verificarea experimentală pe prototipuri şi capete de serie— care se face înainte de intrarea în producţie a elementelor tipizate de mare serie.

Această metodă s-a generalizat ulterior, constituind un mijloc de confruntare între teorie şi realitate, care a îmbrăţişat treptat şi probleme legate de ansamblul structurii, ca : verificarea îmbinărilor, încercările pe model redus sau la scară naturală ale unor porţiuni de planşee supuse la forţe orizontale în planul lor etc.

În unele cazuri, metoda este extinsă şi la verificarea unor elemente de serie curentă sau din cele cu defecţiuni, permiţînd un control mai strîns asupra calităţii şi comportării elementelor respective. Acest lucru trebuie legat şi de uzura şi deformaţia în timp a tiparelor, care — avînd numeroase piese în mişcare — nu au mai asigurat în timp, în suficientă măsură, dimensiunile iniţiale ale piesei, au îngăduit treptat realizarea de scurgeri şi segregări (mai ales în dreptul fantelor de închidere) etc.

IV. PERFECŢIONAREA SOLUŢIEI CU FERME PRECOMPRIMATE

Necesitatea de a se mări domeniul de aplicare a elementelor prefabricate prin satisfacerea unei game mai mari de posibilităţi funcţionale, precum şi cerinţele de mărire a gradului de industrializare, au impus studierea, încă din 1963, a unor noi sisteme constructive cu performanţe funcţionale superioare, care apoi au fost introduse în producţia curentă a fabricilor de prefabricate.

S-au elaborat în acest scop noi proiecte tip (seria IPCT 2066 de elemente prefabricate şi secţiuni exemplificative) care — în afara unei concepţii noi structurale unitare — se caracterizează prin aceea că au la bază o concepţie funcţională care permite alcătuirea din elemente prefabricate a unei largi game de tipuri de hale, în ceea ce priveşte caracteristicile geometrice şi funcţionale. Astfel, s-a trecut la :

— utilizarea pe scară largă — în raport cu etapa anterioară— şi a traveei de 12 m, alături de cea de 6 m ; renunţarea la deschiderea de 15 m ;

— posibilitatea realizării unor hale pentru cele mai diverse condiţii de microclimat interior, cu umidităţi variabile, realizarea unor hale industriale cu sau fără poduri rulante grele ori cu grinzi rulante suspendate (pînă la 5 t sarcină utilă) ; de asemenea, hale cu sau fără luminătoare diverse, cu sau fără tavane suspendate, cu sau fără poduri tehnice etc.

Pentru elementele de structură s-au avut în vedere posibilităţile existente (în acea vreme) ale dotărilor din fabricile de prefabricate, admiţîndu-se piese cu greutate maximă de 5 t, dar cu lungime sporită de 9,0 m (şi chiar 12 m).

Un principiu de bază avut în vedere în această etapă este posibilitatea *interşanjabilităţii* elementelor componente. În cadrul aceleiaşi concepţii unitare se pot folosi pentru structură mai multe seturi paralele de elemente, alegîndu-se cele mai avantajoase pentru condiţiile investiţiei respective. Se asigură totodată posibilitatea îmbunătăţirii ulterioare a unora dintre ele sau schimbarea lor completă în funcţie de dotările noilor linii tehnologice ale fabricilor etc.

S-au prevăzut pentru elementele principale :

— ferme transversale precomprimate de 18 şi 24 m la 6 m interax, în două pante mici, alcătuite din panouri asamblate prin precomprimare, pentru două trepte de încărcare (fig. 5) ;

— ferme longitudinale (jug) din panouri asamblate prin precomprimare, pentru realizarea traveei de 12 m ;

— pentru deschiderea de 12 m, grinzi dintr-o bucată, cu armătura pretensionată de la fabrică.

Pentru elementele secundare ale acoperişului s-au adoptat ca soluţie de bază chesoane de beton armat de 3 × 6 m, dar cu posibilitatea folosirii şi a chesoanelor existente în producţie de 1,5 × 6 m (soluţiile cu chesoane au devenit avantajoase o dată cu introducerea unor noi tipuri de termoizolaţii uşoare, fără şape, ca polistirenul expandat, plăcile de gazbeton etc.) ; de asemenea pane de beton armat de 6 m, cu plăci autoportante termoizolatoare de 3 m de beton uşor armat (gazbeton).

Deşi pentru elementul principal — ferma — este necesară fragmentarea în panouri datorită greutăţii maxime de 5 t

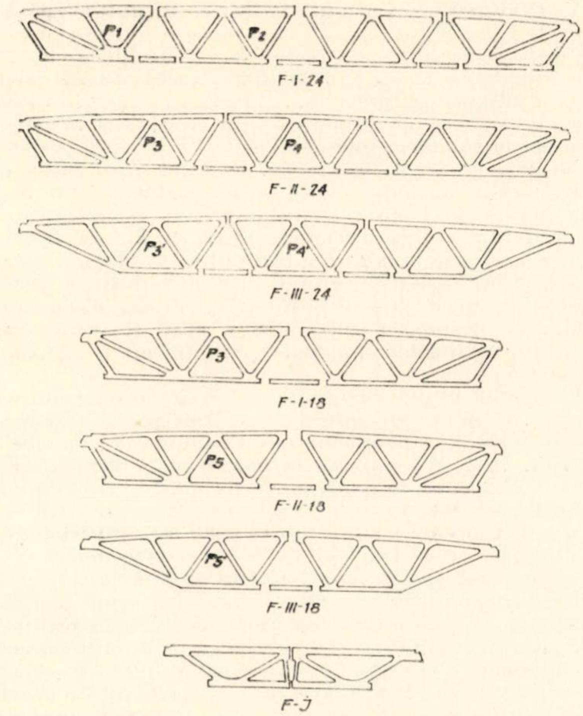


Fig. 5 – Seria de ferme precomprimate tipizate

impuse, noul sistem prezintă importante avantaje în raport cu cel anterior, pentru că lărgeşte considerabil domeniul de aplicare a prefabricatelor şi pentru că asigură importante îmbunătăţiri privind confecţionarea, montarea şi exploatarea construcţiilor.

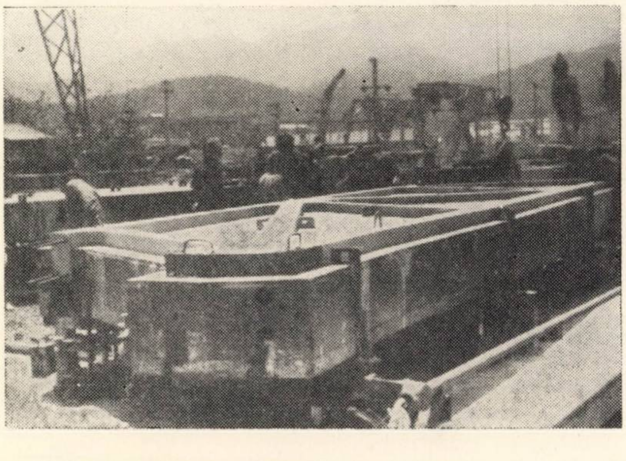
La fabrică, datorită noului sistem, gradul de industrializare a confecţionării este mai mare, iar calitatea produselor rezultate este mai bună pentru că :

— Se adoptă pentru ferme un nou tip de tipar metalic, tiparul de tip ,,cochilă'' (fig. 6), în care nici o piesă nu mai este mobilă, panourile fiind expulzate din tipar cu ajutorul preselor hidraulice. Practica a confirmat valabilitatea acestui procedeu modern, de origine românească, prin care se asigură prefabricatelor o calitate remarcabilă, datorită faptului că dimensiunile iniţiale ale piesei se păstrează riguros în timp (tiparul neuzîndu-se), muchiile sînt perfecte, nu există segregări sau scurgeri de lapte de ciment etc. Acest procedeu este folosit în parte şi la noile tipuri de chesoane 3× 6 m.

— Noile tipare metalice sînt încălzitoare, asigurînd uniformitatea încălzirii, fără pierderi la suprafaţa apei.

— Vibrarea pieselor se realizează, în general, prin vibrarea întregului tipar.

Fig. 6 – Executarea panourilor de ferme şi tipare „cochilă", cu decofrare hidraulică



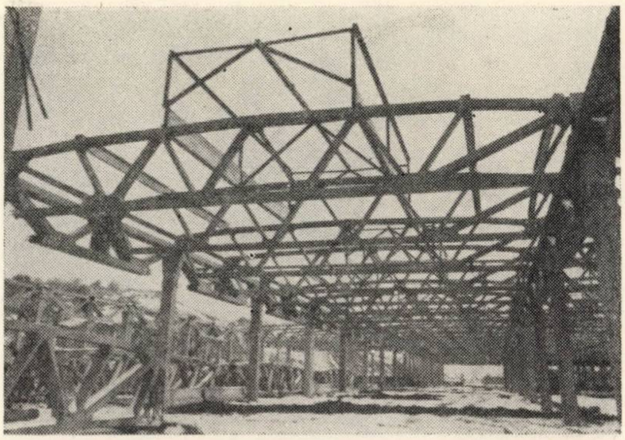


Fig. 7 – Structură în curs de montare, cu care s-au realizat numeroase şi importante investiţii

— Armătura tuturor elementelor se realizează din subansambluri de carcase sudate prin puncte, folosindu-se maşini *abkant*, ceea ce simplifică operaţiile de montare.

— Elementele se execută pe linii tehnologice, la ,,punct fix'', simplificîndu-se operaţiile şi reducîndu-se cantitatea de manoperă la locurile de confecţionare.

Pe şantier se măreşte eficienţa montării (fig. 7) prin următoarele :

— numărul micşorat al panourilor de ferme — ca urmare a măririi dimensiunilor la 9 m — simplifică şi reduce operaţiile pentru asamblarea lor şi pentru matarea rosturilor ;

— se utilizează pentru armare fascicule de capacitate mare, de regulă între 36 şi 48 Ø 5, care reduc sensibil durata operaţiilor de precomprimare ;

— prin faptul că elementele de acoperiş (chesoanele de 3×6 m) au dimensiuni şi greutate mai mari, se micşorează mult numărul elementelor prefabricate de pe un tronson, reducîndu-se astfel manopera de montaj, numărul de ore pentru folosirea macaralelor, precum şi durata de execuţie a structurii.

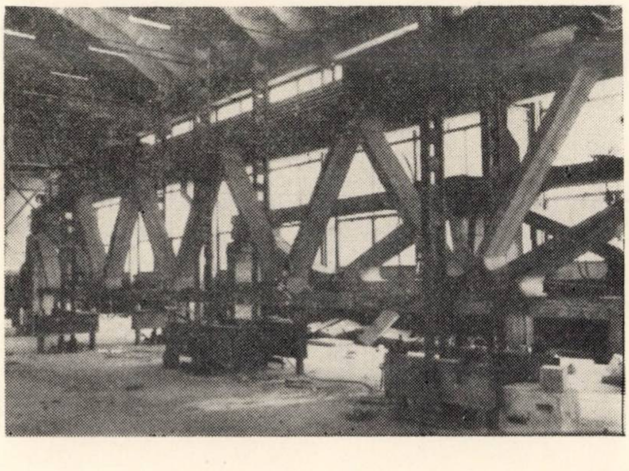
Folosirea în investiţii a acestui nou sistem de structură a marcat şi o serie de paşi înainte sub aspectul mai general legat de ansamblul structural al halelor realizate. Astfel :

— structurile au o concepţie bine pusă la punct, din punct de vedere static şi al protecţiei antiseismice, cu variante diversificate : pentru regiunile cu seismicitate pronunţată sau pentru halele cu poduri rulante grele se pot alcătui structuri avînd cadre cu nodurile superioare rigide, deci cu o comportare superioară, şi rezerve interioare sporite (în îmbinare şi în diafragma acoperişului) la acţiunea forţelor orizontale ;

— sub aspect arhitectonic, prin renunţarea la extradosul curb şi adoptarea acoperişului cu pante foarte reduse, se îmbunătăţeşte aspectul plastic ;

— în halele cu travee de 12 m, realizarea în aceeaşi înălţime constructivă a fermelor transversale şi a celor longitudi-

Fig. 8 – Încercări experimentale pe prototipuri de ferme



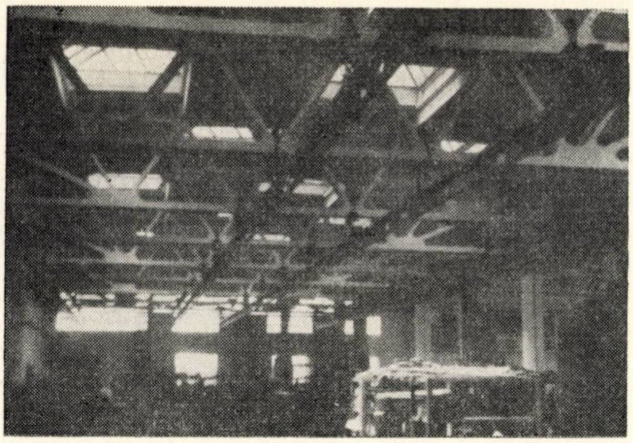


Fig. 9 – Hală industrială realizată cu grinzi rulante suspendate

nale creează avantaje funcționale în exploatarea construcției, dînd posibilitatea să se realizeze un spațiu (pod tehnic) continuu pe ambele direcții.

Metodologia adoptată, de a se verifica prototipurile elementelor și subansamblurilor de prefabricate înainte de intrarea lor în producție, este folosită în continuare (fig. 8). Ea este utilizată și la verificarea unor elemente din producția de serie, permițînd să se cunoască mai îndeaproape limitele de folosință ale acestora. Astfel, s-au putut confirma robustețea și rezervele fermelor, precum și redusa sensibilitate a acestor elemente la eventuale mărci de beton mai coborîte, la anumite categorii de fisuri sau deteriorări apărute în timpul operațiilor de manipulare etc.

Folosirea în numeroase și mari investiții (fig. 9) a acestui sistem de construcție a confirmat evidenta perfecționare a soluțiilor cu folosirea de prefabricate, mărirea considerabilă a domeniului de aplicare sub aspect geometric, funcțional, al posibilităților de amplasare în zonele cu seismicitate ridicată. De asemenea, a asigurat un grad sporit de industrializare a execuției (atît a fermelor principale, cît și a chesoanelor de 3 × 6 m), calitatea generală superioară a produselor, reducînd în anumită măsură durata de execuție și manopera totală de confecționare și montaj.

În același timp, cu ocazia introducerii acestui sistem — paralel cu cataloagele de elemente și secțiuni — s-au elaborat cataloage conținînd dispozitivele de transport, manipulare și montaj, iar Direcția generală a prefabricatelor din M.I.C. a asigurat prevederea pe vagoane a dispozitivelor de transport respective, efectuînd de fapt livrarea produselor la stația de destinație.

Totuși, în ciuda tuturor acestor realizări, nu se pot trece cu vederea unele aspecte specifice legate de acest sistem.

Astfel, concepute pentru piese cu greutate maximă de 5 t, corespunzător posibilităților fabricilor în vremea cînd au fost proiectate, prefabricatele respective au fost introduse de D.G.P. în producție cu cîțiva ani întîrziere, ceea ce a constituit un dezavantaj cert. Aceasta, cu atît mai mult cu cît între timp, în unele din fabricile D.G.P., a apărut posibilitatea executării unor elemente de 10 t greutate, ceea ce a micșorat tocmai domeniul de folosire scontat inițial în unele cazuri, în special în cel al halelor fără transporturi sau sarcini suspendate și pînă la 18 m deschidere. Soluția își găsește azi domeniul rațional de folosire mai mult la halele cu sarcini importante suspendate de acoperiș sau cu deschideri de 24 m ori la halele înalte cu poduri rulante grele etc.

Totodată — tocmai datorită greutății limitate de 5 t impuse prefabricatelor — rămîne necesar ca pe șantier să se efectueze precomprimarea, adică operații care necesită cadre specializate și durată de execuție.

V. INTRODUCEREA GRINZILOR PRECOMPRIMATE

Creșterea capacității de transportare și manipulare în fabricile de prefabricate de la 5 la 10 t și apoi la 12,5 t sarcină utilă a introdus noi premise în stabilirea concepției generale a prefabricatelor, de natură să ducă la o schimbare fundamentală în stabilirea soluțiilor. Astfel, a devenit posibil ca elementele principale liniare ale structurii — cel puțin cele pînă la 18 m deschidere — să poată fi executate dintr-o singură bucată în fabrică, cu renunțarea la fragmentarea în panouri componente, precomprimarea realizîndu-se în uzină.

Pretensionarea în fabrică a îngăduit să se adopte procedee mai eficiente, folosindu-se armăturile preîntinse cu ancorarea prin adeziune, cu toate avantajele ce decurg din aceasta : eliminarea ancorajelor inel-con de la capete și renunțarea la operațiile de asamblare, anfilare, postîntindere și injectare a fasciculelor.

Pornind de la aceste noi aspecte, s-au elaborat proiecte tip pentru seria de elemente principale de grinzi precomprimate cu fire aderente, la care armătura este alcătuită din toroane (în prezent, 7Ø4, cu rezistența la rupere de 17 000 kg/cm^2).

Seria respectivă de grinzi (proiect I.P.C.T. 2115) cuprinde elemente transversale de 12, 15 și 18 m deschidere, la interax de 6 și 3 m (în două pante). Pentru realizarea traveei de 12 m se utilizează grinzi longitudinale de 12 m precomprimate cu fascicule postîntinse la fabrică (soluție dictată de necesitatea ridicării armăturii spre reazeme, grinzile jug avînd înălțimea constantă). La unele tipuri de grinzi longitudinale mai puțin solicitate se prevăd toroane drepte cu ancorare prin adeziune.

Adoptîndu-se principiul interșanjabilității, pentru elementele secundare ale acoperișului se folosesc prefabricate de mare serie : chesoane de 6 m (lățimi de 3 și 1,5 m), precum și plăci de gazbeton autoportante de 3 m, rezemînd pe grinzi transversale.

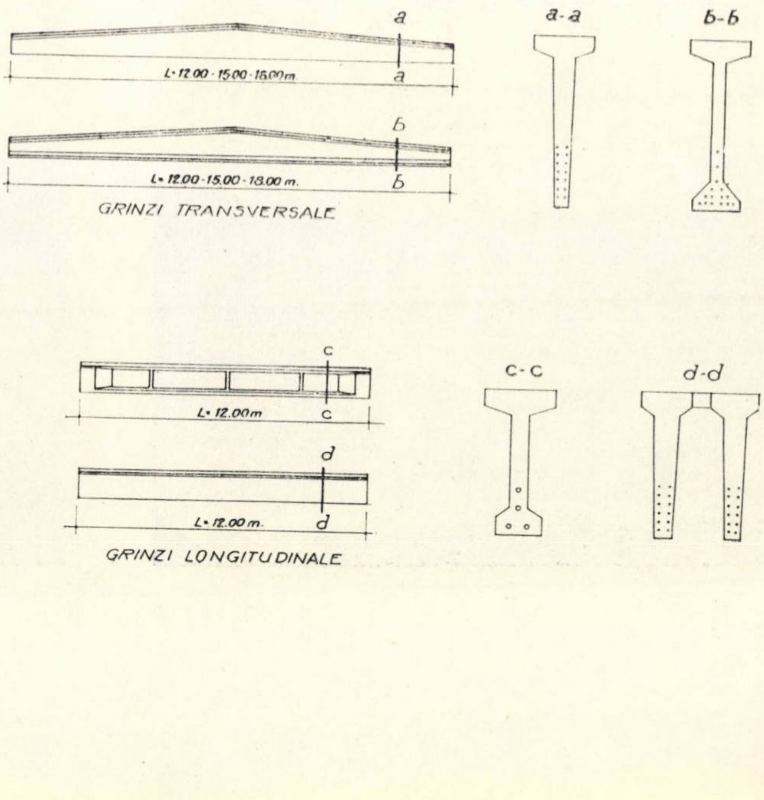
Noile tipuri de hale sînt destinate cu precădere clădirilor cu înălțime mai redusă, cu sau fără sarcini suspendate mici; schema statică a cadrelor este cu articulații la partea superioară a stîlpilor.

Seria de mai sus este în curs de a fi întregită cu grinzi de 24 m deschidere (interax 6 m), precum și cu o nouă serie de grinzi specifice traveei de 12 m (grinzi la interax de 12 m).

În vederea lărgirii domeniului de aplicare sînt prevăzute experimentări cu noi tipuri de armătură preîntinsă : bare groase din oțel de tip PC 90 (destinate mai ales mediilor corosive), variante cu toroane 7 Ø 5 mm. Pentru grinzile longitudinale (jug) a fost pusă la punct tehnologia de realizare a toroanelor deflectate.

Folosirea seriei de grinzi precomprimate tipizate s-a extins mult datorită numeroaselor avantaje pe care soluția le asigură în ceea ce privește simplitatea confecționării în fabrici și montarea pe șantier, precum și indicii de consum, manoperă și cost coborîți etc. Deși a trecut abia un an și jumătate de la fabricarea primelor grinzi, numeroase linii tehnologice ale

Fig. 10 – Serie de grinzi precomprimate tipizate



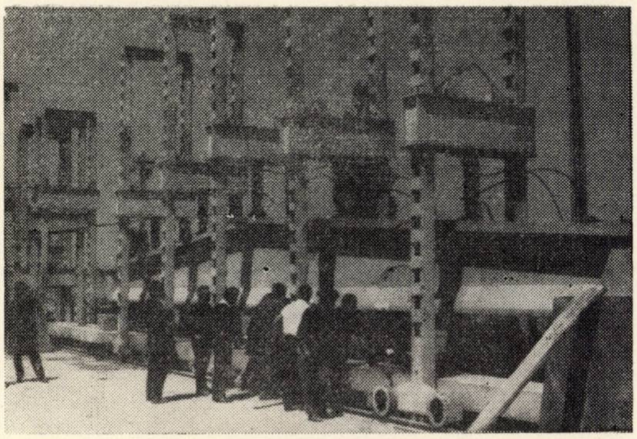


Fig. 11 – Grindă precomprimată în curs de încercare experimentală

fabricilor de prefabricate produc azi în serie mare aceste elemente, iar investițiile realizate cu ele însumează mari suprafețe de hale.

La fabrică, executarea grinzilor în cadrul unei producții de mare serie a însemnat un nou și important pas înainte în ridicarea gradului de industrializare.

Se folosesc tipare încălzitoare; betoanele sînt de marca B 500, cu rezistența minimă la transfer de 350 kg/cm^2; armătura de oțel obișnuit este în întregime realizată din subansambluri de carcase sudate prin puncte, ceea ce asigură o mare simplitate și o reducere importantă de manoperă la confecționare și la montarea în tipare.

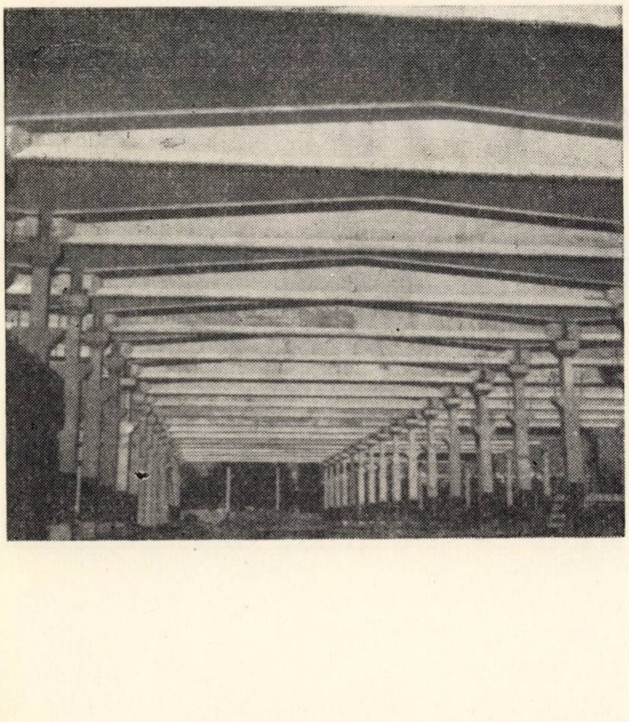
Schimbarea cea mai importantă, însă, o constituie desigur tehnologia de realizare la fabrică a grinzilor, care s-a pretat la două sisteme principial diferite, ducînd la două serii distincte de tipuri de grinzi. Astfel:

1. A fost proiectată și introdusă în fabricație seria de grinzi cu secțiune I cu dublu bulb și îngroșarea inimii la reazeme (fig. 10). Se execută în tipare cu părți laterale translatabile, iar toroanele sînt preîntinse pe stand.

Această serie asigură indici foarte coborîți și este utilizată în cazul soluției cu elemente la interax de 6 m, cu încărcări mai mari (din acoperiș și eventuale sarcini suspendate).

2. Paralel, s-au proiectat și realizat seriile de grinzi cu secțiune T fără bulb, fără îngroșări la capete (fig. 10) pentru interaxe de 3 și 6 m, cu încărcări mai mici. Principala caracteristică a acestei categorii de elemente constă în aceea că au fost concepute pentru a se executa în tipare metalice de tip ,,cochilă'', la care nici o piesă nu este mobilă și din care se scot cu două dornuri amplasate la extremități și acționate hidraulic.

Fig. 12 – Structură în curs de montare, cu care se execută un număr foarte mare de diverse investiții



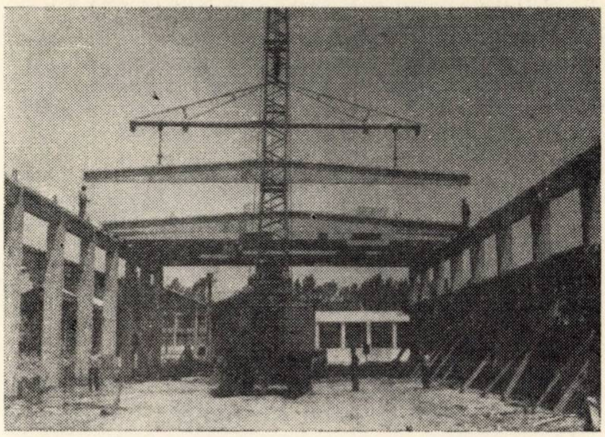


Fig. 13 – Grinda precomprimată și dispozitivul de manipulare-montare

Tiparele sînt de tip autoportant, preluînd solicitările date de preîntinderea armăturii.

Procedeul tiparului ,,cochilă'', aplicat la grinzi care au dimensiuni și înălțimi mari, a dovedit importantele avantaje pe care le prezintă și anume:

— asigură prefabricatelor o calitate superioară (muchii perfecte, nu există segregări, dimensiunile inițiale ale piesei sînt riguros păstrate);

— scurtează durata execuției la punctul de lucru (dispar operațiile de desfacere a tiparelor, de reînchidere etc.).

Ambele serii de grinzi (I și T) au marcat un nou progres, prin calitatea lor superioară și constantă, verificată prin numeroasele încercări (fig. 11) făcute pe elemente de producție curentă. Astfel de încercări au arătat — între altele — că se poate renunța la îngroșarea inimii pe reazem a grinzilor cu secțiune I și că acesta poate constitui chiar un avantaj în ceea ce privește tehnologia de realizare. Ambele tipuri de grinzi s-au dovedit totodată robuste la transport și manipulare, de la darea lor în folosință nesemnalîndu-se practic defecțiuni nici la fabrică, nici pe șantiere.

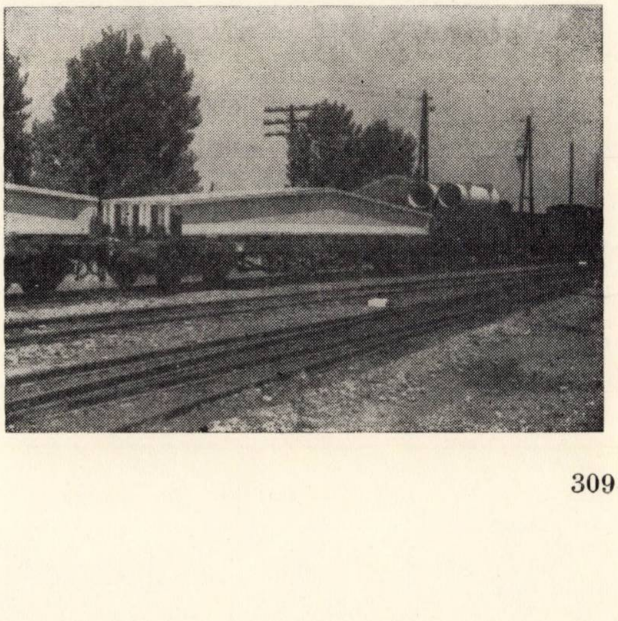
După folosirea lor timp mai îndelungat și realizarea unui număr mare de investiții, apreciem că au rezultat unele aspecte diferențiate între aceste două sisteme, cum ar fi:

— simplitate și manoperă mai redusă la execuție în cazul grinzilor cu secțiune T;

— grinzile cu secțiune I necesită o tehnologie de confecționare mai îngrijită, legată de asigurarea unei bune vibrări și de implicațiile pe care formele cu dublu bulb le au asupra variațiilor de temperatură dintre tipar și piesa de beton;

— grinzile T (fără bulb), deși au o capacitate portantă ceva mai mică în raport cu grinzile I cu greutate echivalentă, asigură în schimb rezerve relativ mai mari de rezistență și sensibilitate mai mică la eventuale variații în minus ale mărcii de beton (inima grinzilor T este — din considerente tehnologice — mai lată la partea superioară, la starea limită de rezistență rezultînd o secțiune mai mare de beton).

Fig. 14 – Transportarea grinzilor în vagoane amenajate



Pe șantier, montarea structurilor alcătuite cu grinzi precomprimate de la fabrică duce la un nou aspect : se elimină orice operație de postîntindere și au loc numai operații de montare (fig. 12), cu implicații directe asupra manoperei și duratei de execuție. În raport, de exemplu, cu structurile similare cu ferme precomprimate, reducerea medie este de 10% la manoperă și 20% la durată.

O dată cu introducerea în fabricația de serie a grinzilor precomprimate, cataloagele respective sînt însoțite de cataloage conținînd dispozitivele de transport, manipulare și montaj (fig. 13).

Totodată, fabricile producătoare utilizează vagoane amenajate special (fig. 14), care asigură livrarea elementelor la stația de destinație.

VI. INTRODUCEREA ELEMENTELOR PRECOMPRIMATE UNIDIRECȚIONALE DE LĂȚIME MARE

Folosirea tot mai largă în construcția halelor industriale a prefabricatelor de beton precomprimat, precum și crearea uneie rețele puternice de fabrici de prefabricate dotate cu mijloace corespunzătoare de confecționare și manipulare, cu ateliere specializate în execuția utilajelor și instalațiilor de formare a prefabricatelor, cu cadre experimentate etc., a creat premisele pentru introducerea unor noi soluții cu eficiență tehnico-economică sporită. Au fost proiectate și realizate elemente de suprafață (unidirecționale de lățime mare) din beton precomprimat.

Aceste elemente se pretează la realizarea traveelor de 12 m (azi foarte solicitate) prin utilizarea unor elemente transversale de suprafață de 12, 15, 18 și 24 m, rezemînd pe grinzi principale longitudinale de 12 m sau prin folosirea unor elemente de suprafață de 12 m așezate pe grinzi transversale la 12 m interax.

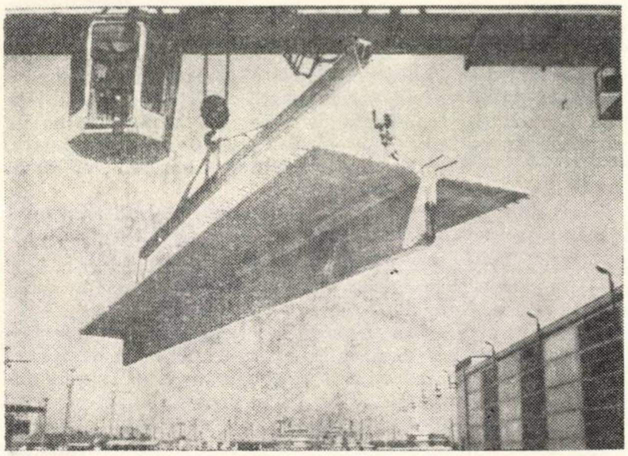


Fig. 15 – Grinzi T de beton precomprimat

În limita greutății maxime de 12,5 t, impusă prefabricatelor, trebuie arătat că prima rezolvare indicată mai sus permite realizarea unor elemente care pot prelua încărcări mai mari (de exemplu sarcini suspendate) sau a unor elemente pînă la 24 m, în timp ce a doua rezolvare nu îngăduie decît grinzi de maximum 18 m deschidere, cu termoizolații ușoare și fără sarcini suspendate.

Principalele avantaje ale elementelor de suprafață sînt, în principiu, următoarele :

— posibilitate de reducere a indicilor de consum din nervurile principale (mai ales a consumului de oțel superior) prin aportul favorabil al greutății proprii mai mari (în care se include, în acest caz, și placa acoperișului) încă din faza inițială de precomprimare :

— reducerea numărului de elemente prefabricate suprapuse în construcție la numai două și deci micșorarea înălțimii clădirii ;

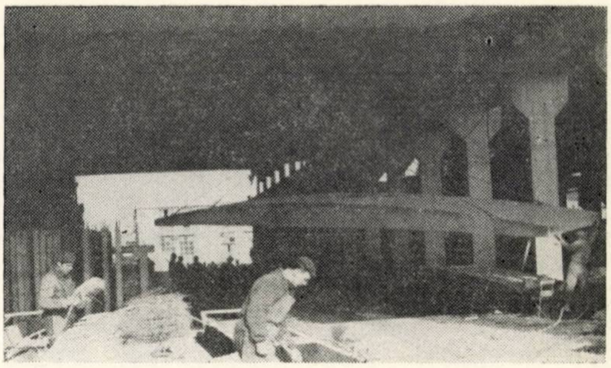


Fig. 16 – Chesoane de beton precomprimat

— forma elementelor se pretează la realizarea unei tehnologii cu un grad foarte ridicat de industrializare și cu manoperă redusă la confecționare ;

— avantaje la montarea pe șantier, prin reducerea numărului de piese ce se asamblează și o micșorare a manoperei respective ;

— precomprimarea realizată prin toroane cu ancorarea prin adeziune.

Experiența acumulată a permis rezolvarea completă și în bune condiții a problemelor de transport, manipulare și depozitare, de natură să realizeze un salt în această direcție.

Ținînd seamă de avantajele de mai sus, în ultimii ani s-a introdus în producție și investiții seria de elemente precomprimate T (drepte) de 12, 15, 18 m (fig. 16) și TT (drepte) de 12 m[*] și sînt în curs de introducere elemente TT drepte de 6 și 9 m pentru acoperișuri (și mai ales planșee).

Recent au fost proiectate și introduse în fabricație chesoane precomprimate curbe de 1,5 × 12 m (fig. 16), apoi de 15 și 18 m.

Seriile de elemente de mai sus, care au un domeniu de aplicare bine definit, s-au situat la un nivel ridicat de industrializare a confecționării.

Pornind de la ideea obținerii unor elemente care să asigure simultan economicitate cît mai mare, cu domeniu de aplicare larg, precum și confecționare la un nivel de industrializare foarte ridicat, în prezent este în curs de introducere seria de elemente tipizate de acoperiș cu secțiuni TT și T curbe de 12, 15, 18 și 24 m, cu lățime de 3,0 ; 2,0 și 1,50 m (fig. 17).

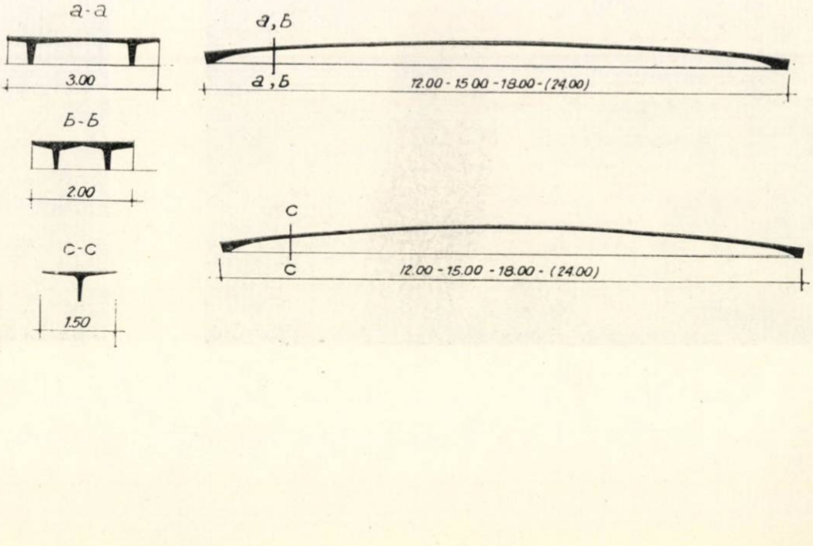
Experimentările prototipurilor de bază sînt încheiate, atît în ceea ce privește tehnologia de realizare, cît și încercările de rezistență.

Principala caracteristică a acestei noi serii de prefabricate constă în special în îmbinarea perfectă dintre concepția constructivă și concepția tehnologiei de confecționare, asigurînd concomitent următoarele performanțe :

— consumuri deosebit de mici de oțel, ciment, cost și manoperă (la confecționare și montaj), în raport cu soluțiile existente (de exemplu, de cost general al structurii de ordinul 10—15%, de oțel de ordinul 30% etc.) ;

— satisfacerea unei largi game de necesități funcționale, printre care posibilitatea de a se introduce diverse lumină-

Fig. 17 – Seria elementelor TT și T curb, de beton precomprimat



---

[*] Pentru această serie de elemente, proiectele au fost elaborate de I.P.I.M.P.C.

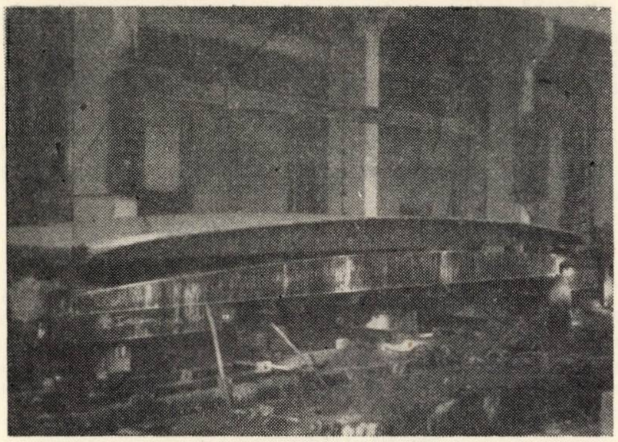


Fig. 18 – Executarea și scoaterea unui element TT curb din tiparul autoportant de tip „cochilă"

toare, goluri mari de ventilație, posibilități de a se suspenda sarcini de acoperiș etc. :

— mare simplitate la confecționare, prin utilizarea unor soluții de tehnologie cu performanțe superioare.

Elementele TT și T curbe sînt așa fel concepute ca formă și dimensiuni, încît se pot confecționa în tipare de tip „cochilă" autoportantă, încălzitoare și autovibratoare, în care nici o piesă nu este mobilă. Forma piesei permite să fie scoasă ușor din tipar, la transferul forței de precomprimare, cu ajutorul unor dornuri acționate hidraulic la extremitățile nervurilor (fig. 18).

Prefabricatele se caracterizează printr-o calitate cu totul deosebită în ceea ce privește păstrarea riguroasă a dimensiunilor și formei, aspectul general, muchiile, omogenitatea și compactarea uniformă a betonului etc., dovedind strînsa interdependență între element și tehnologia de realizare.

Îngroșarea plăcii la extremitate— dictată și de necesități tehnologice pentru asigurarea unei bune expulzări din tipar— constituie în același timp o diafragmă puternică transversală, care conferă elementelor robustețe la manipulări și transport.

★

Azi, după parcurgerea unui lung drum de 20 de ani în domeniul prefabricării, se poate constata că industrializarea execuției construcțiilor halelor de producție parter constituie o realitate în țara noastră.

Evoluînd permanent, perfecționîndu-se neîncetat, utilizînd legi specifice, industrializarea se bazează pe o tipizare complexă, cu studii și cercetări adîncite, care pleacă de la problemele de ansamblu ale construcției sub aspect funcțional, constructiv, antiseismic.

Se poate afirma, fără echivoc, că prefabricarea a ajuns azi la stadiul în care reprezintă efectiv o sinteză complexă între concepția constructivă și cea de execuție tehnologică a elementelor componente, o îmbinare strînsă între două aspecte ale unei aceleiași probleme, care se intercondiționează reciproc și de rezolvarea cărora depinde eficiența economică.

Adoptînd metode de lucru, procedee de execuție și materiale specifice producției industriale— inclusiv verificările experimentale și controlul periodic— prefabricarea este în măsură să asigure în prezent soluții de tehnicitate și productivitate superioară, competitive sub aspectul eficienței tehnico-economice.

Considerăm că industrializarea execuției construcțiilor de hale de producție, care are azi și o puternică tradiție, este în măsură să se dezvolte pe un drum care să asigure rezolvări de eficiență mereu sporită, precum și volumul necesar cerut de dezvoltarea industrială a țării noastre.

Industria prefabricatelor din beton armat și reducerea prețului lucrărilor de construcții

Ing. M. Anastasescu
I.P.I.M.P.C.–M.I.C.

O problemă centrală în domeniul investițiilor o constituie ridicarea continuă a eficienței economice a acestora și stabilirea unor noi metode de lucru care să asigure înfăptuirea unui program de investiții cu mult mai mare decît în trecut.

Șantierele noastre au trecut în ultimele două decenii de la metodele tradiționale de lucru, în care muncitorul era ajutat de simple scule de mînă, la mijloace noi de producție, care au permis mecanizarea unui mare număr de lucrări și o creștere substanțială a productivității muncii.

Paralel cu aceste acțiuni s-a trecut la industrializarea unor lucrări de construcții prin degrevarea șantierului de o serie de operații și mutarea acestora în fabrici specializate, șantierul transformîndu-se treptat într-o unitate de montaj.

Experiența ne-a dovedit că aceste măsuri, inițiate în țara noastră de conducerea de partid și de stat, au permis o creștere substanțială a productivității muncii fără de care vastul program de construcții nu s-ar fi putut realiza în termenele planificate.

În cadrul acțiunii de industrializare a lucrărilor de construcții se situează și industria prefabricatelor din beton armat.

Această industrie, spre deosebire de altele, a dat naștere în decursul timpului la o serie de discuții, cauzate în principal de prețul ridicat al elementelor prefabricate livrate șantierelor.

Prin specificul său, în etapa actuală, șantierul rămînînd încă un producător de beton este tentat să realizeze prefabricatele din beton pe șantier, considerînd că le poate obține la un preț mai redus decît cel revenit dintr-o fabrică de prefabricate.

Aceste opinii erau susținute pînă în 1957 și de normele pentru întocmirea devizelor de construcții, care nu puneau în evidență avantajul lucrărilor cu manoperă redusă pe șantier.

În marea acțiune ce se desfășoară astăzi în țara noastră pentru reducerea în continuare a costului construcțiilor, ca urmare a directivelor lansate de Congresul al IX-lea al P.C.R. și de Conferința națională a partidului, se impune reanalizarea aspectelor economice provocate de această industrie.

Problemele care se pun astăzi în discuție, în scopul creșterii eficienței lucrărilor de construcții, sînt de genul următor :

— Prefabricatele din beton armat livrate de fabrici sînt mai scumpe decît cele realizate pe șantier?

— Investițiile în fabrici de prefabricate sînt prea mari și ele trebuie reduse prin realizarea de poligoane deschise?

— Capacitățile unor fabrici de prefabricate sînt prea mari și desfacerea producției duce la cheltuieli de transport pe distanțe prea mari?

Pentru a răspunde la aceste întrebări este necesar să analizăm cadrul în care urmează să se situeze și să se dezvolte producția elementelor prefabricate din beton armat și beton precomprimat.

Soluția în prefabricate poate lua naștere, fie ca o nevoie tehnologică a șantierului impusă de greutățile tehnico-economice în realizarea unor eșafodaje importante pentru turnarea betonului monolit în poziţia definitivă a elementului, fie ca o extindere a acestei metode de lucru şi la alte elemente din beton, care, deşi nu pun probleme dificile în realizarea lor, este necesar a fi prefabricate pentru o creştere a productivităţii muncii şi o reducere a timpului de execuţie.

Pentru simplificarea ideilor nu voi analiza aici diferenţa între soluţia monolit şi cea în prefabricate, ci numai locul unde trebuie făcută prefabricarea sau cum intervine industria prefabricatelor în reducerea valorii investiţiilor. Consider că numai după cunoaşterea acestui aspect economic va fi utilă o comparaţie între soluţia monolit şi cea în prefabricate şi aceasta numai pentru acele situaţii care ar reprezenta o generalizare a prefabricării, deoarece pentru foarte multe cazuri (hale industriale, planşee, tuburi etc.) prefabricarea a devenit o soluţie universal valabilă, atît din punct de vedere tehnic, cît şi economic.

Pe linia progresului tehnic, şantierul trece de la metodele tradiţionale de lucru la noile metode, care în perspectivă tind a fi lucrări de montaj pentru majoritatea lucrărilor, urmînd să primească prefabricatele şi semifabricatele (betoane, mortare etc.) de la unităţi specializate.

Aceasta va permite reducerea substanţială a lucrărilor de organizare, reducerea timpului de execuţie, atît prin perioada aferentă executării lucrărilor de organizare cît şi prin productivitatea ridicată a lucrărilor de montaj, reducerea cheltuielilor de regie ale şantierului şi în final o eficienţă sporită a lucrărilor de construcţii.

Şantierul nostru se găseşte astăzi undeva pe această scară : n-am renunţat la tot ce este tradiţional, iar introducerea procedeelor industriale şi de montaj se face la un volum redus de lucrări.

Existenţa în această perioadă a celor două sisteme pe acelaşi şantier creează tendinţe antagoniste, care se manifestă, în general, prin dorinţa de înlăturare a procedeelor de industrializare impuse de progresul tehnic, cîtă vreme şantierul nu este asigurat la timp cu toate mijloacele tehnice şi de producţie necesare.

Pe măsura asigurării noilor mijloace, puse la dispoziţie de ştiinţă şi tehnică, vom asista la o evoluţie ascendentă a progresului tehnic în sectorul de construcţii.

Asigurarea promptă, la termenul dorit, a livrării prefabricatelor; asigurarea la timp a mijloacelor de transport; asigurarea cu mijloace de montaj, asigurarea unei calităţi deosebite etc. etc. sînt cîteva din condiţiile care vor face să se schimbe gîndirea şefului de şantier.

Să ne aducem aminte de primii ani ai prefabricării, cînd elemente prefabricate din beton armat, destul de complicate ca formă — ferme şi chesoane — s-au turnat monolit pe unele şantiere, în poziţia definitivă, pentru motivul că nu dispuneau de macarale de montaj. În schimb, au avut la dispoziţie material lemnos şi echipe bune de dulgheri.

În dorinţa de a contribui la rezolvarea problemelor ridicate mai sus privitor la industria prefabricatelor şi eficienţa lor în construcţii, voi căuta să analizez aceste probleme pe baza unor date rezultate din practica institutului nostru.

I. PRODUCTIVITATEA MUNCII

Unul din factorii importanţi, care justifică folosirea în construcţii a prefabricatelor uzinate este creşterea productivităţii muncii.

Pentru determinarea efectelor economice produse de creşterea productivităţii muncii, pe un şantier în care se menţin cele două metode de lucru (tradiţional şi montaj) şi mai ales în situaţia unui procent redus de lucrări în prefabricate, voi aplica o metodă de calcul exemplificată pe şantierul unei investiţii de 100 000 000 de lei cu 50% volumul lucrărilor de construcţii-montaj :

$$C + M = 50\,000\,000 \text{ lei}$$

din care :

Q_0 (construcţii 74%) $= 37\,000\,000$ lei.

Considerăm mai departe o productivitate medie anuală pe cap de muncitor :

W_0 (pentru lucrările de construcţii) $= 75\,000$ lei.

Realizarea lucrării într-un interval de 24 de luni (2 ani) ar cere un număr mediu de muncitori de :

pentru construcţii : $N_0 = \dfrac{37\,000\,000}{2 \times 75\,000} = 247$ muncitori.

Dacă din volumul de construcţii-montaj realizăm un procent de 0,05 m³/1 000 lei betoane în prefabricate (la nivelul actual al prefabricării), vom avea nevoie de :

$$\frac{50\,000\,000}{1\,000} \times 0{,}05 = 2\,500 \text{ m}^3 \text{ prefabricate.}$$

Dacă acest volum de prefabricate s-ar realiza în fabrică, în loc de şantier, atunci consumul de muncă pe şantier s-ar reduce — după normele de deviz — cu 4,30 ore/m³ (considerat pentru elemente simple ca stîlpi, piloţi, grinzi) şi ar rezulta o economie de muncă vie într-o perioadă de doi ani (2 × 280 zile efective de lucru) de :

$$N = \frac{2\,500 \text{ m}^3 \times 4{,}30}{2 \times 280} = 19 \text{ muncitori/zi}$$

respectiv $N_1 = 247 - 19 = 228$ muncitori.

Creşterea productivităţii muncii între cele două sisteme va fi :

$$Iw = \frac{Q_1}{N_1} : \frac{Q_0}{N_0}$$

Considerînd valorile de investiţii în cele două cazuri

$$Q_1 = Q_0$$

se obţine :

$$Iw = \frac{N_0}{N_1} = \frac{247}{228} = 1{,}08,$$

respectiv o creştere medie a productivităţii muncii de 8%. La aceasta trebuie adăugat sporul adus prin anularea volumului de muncă necesar realizării poligonului de şantier, de care nu s-a ţinut seamă în calculele de mai sus.

Această creştere a productivităţii este materializată prin următoarele aspecte economice :

— o reducere a numărului de muncitori ai şantierului cu 19 muncitori/zi ;

— o reducere corespunzătoare a salariilor pe şantier cu :

$$19 \times 10\,000 \text{ lei/an} \times 2 \text{ ani} = 380\,000 \text{ lei;}$$

— o reducere corespunzătoare a cheltuielilor sociale ale şantierului şi în special a celor legate de plata concediilor, regia cantinei, cheltuieli de transport şi cazarmament :

$$\text{cca } 20\% \times 380\,000 = 76\,000 \text{ lei;}$$

— o reducere corespunzătoare a cheltuielilor de cazare, fie prin diminuarea volumului de baracamente ce se construiesc pe şantier din cota de organizare a lucrărilor, fie prin degrevarea fondului de locuinţe închiriate în acest scop.

O baracă de 56 de muncitori este trecută în lista lucrărilor de organizare a lucrărilor cu o valoare de 93 600 lei.

Considerînd că numărul de barăci trebuie dimensionat la situaţia de vîrf a muncitorilor, că pe lîngă construcţia propriu-zisă a barăcii mai sînt necesare şi lucrări de amenajarea terenului cu reţelele necesare şi că numai 30% din muncitori trebuie cazaţi, apreciem aceste cheltuieli la cca 20 000 lei.

Recapitulînd consecinţele economice ale folosirii prefabricatelor uzinate, din punctul de vedere al creşterii productivităţii muncii, pe un şantier de construcţii industriale, rezultă :

— economii la salarii	380 000 lei
— economii sociale	76 000 lei
— economii în lucrări de organizare cu caracter social	20 000 lei
Total :	476 000 lei

Aceste economii rezultate din creşterea productivităţii muncii reprezintă o bonificaţie la cei 2 500 m³ prefabricate uzinate, ceea ce revine la 1 m³ :

$$476\,000 \text{ lei} : 2\,500 \text{ m}^3 = 190 \text{ lei/m}^3$$

economie care reprezintă unul din avantajele directe ce le poate crea industria prefabricatelor şantierului ; la aceasta trebuie adăugată economia rezultată prin reducerea volumului lucrărilor cu valoarea poligonului de şantier, devenit astfel inutil, şi de care ne vom ocupa mai departe.

Aceste economii permit diminuarea cheltuielilor ocazionate cu procurarea prefabricatelor uzinate (beneficiu fabrică + transport de la fabrică la şantier).

II. FABRICĂ SAU POLIGON

În limbajul obişnuit se înţelege prin fabrică o unitate industrială dotată cu toate secţiile necesare desfăşurării procesului de producţie, cu o activitate continuă în tot cursul anului, cu linii specializate pentru familii de sortimente de mare serie etc.

Prin poligon se înţelege de obicei o unitate, care îşi desfăşoară activitatea sub cerul liber şi care este dotată mai mult sau mai puţin cu secţiile necesare producţiei, după cum poate sau nu poate colabora cu un şantier sau cu o bază de construcţii.

Activitatea lui este sezonieră sau cu un fond de timp lucrativ redus.

Cînd poligoanele sînt amplasate pe şantier, ele au un caracter temporar (de provizorat) şi dispar o dată cu şantierul. În acest caz instalaţiile de fabricaţie sînt mai puţin evoluate, numărul de sortimente este relativ mare, iar numărul de elemente pe fiecare sortiment este redus, ca o consecinţă a satisfacerii numai a nevoilor şantierului respectiv.

Caracteristice celor două unităţi sînt ,,fondul de timp" şi ,,investiţia specifică".

A. Fondul de timp

Pentru a trece la analiza economică pe cele două unităţi de producţie este necesar să analizăm în prealabil fondul de timp lucrativ pentru fiecare în parte.

Prin specificul de lucru diferit al celor două unităţi, fondul de timp lucrativ se poate aprecia, în condiţiile climaterice ale ţării noastre, astfel :

1. Fabrica de prefabricate

Zile calendaristice/an		365 zile
Duminici	52	
Sărbători legale	6	
		58 zile
Total zile lucrătoare		307 zile

Coeficient de exploatare (întreruperi cu reparaţii şi întreţinere utilaje) 92%.

Total fond de timp lucrativ

0,92 × 307 = 282 zile

2. Poligonul de prefabricate

Aici deosebim :

perioadă zile fără îngheţ	15 martie—15 nov.
perioadă zile cu îngheţ	15 nov.—15 martie

a) În perioada zilelor fără îngheţ avem :

— zile lucrătoare calendaristic	206 zile
— zile cu ploi abundente cca	12 zile
rămîn	194 zile
cu un fond de timp lucrativ 0,92 x 194	178 zile

b) În perioada zilelor cu îngheţ

— zile lucrătoare calendaristic	101 zile
— zile de inactivitate : viscol, zăpadă şi ger mare	35 zile
	66 zile

din acestea :

— 60% sînt zile cînd din cauza temperaturii scăzute nu se poate lucra în schimburile 2 şi 3, iar productivitatea muncii se reduce la 70%

0,6× 66× 0,7 : 3= 8 zile convenţionale a 3 schimburi normale de lucru

— 40% sînt zile în care muncitorul lucrează cu o productivitate redusă în medie la 75% din cauza intemperiilor şi a temperaturii scăzute

0,4× 66 × 0,75 =	20 de zile convenţionale a 3 schimburi normale de lucru
Total 8 + 20 =	28 de zile lucrătoare

care, afectate de un coeficient K = 0,90 pentru întreruperi tehnologice şi întreţinere utilaje, se reduc la 25 de zile.

Rezultă astfel un fond lucrativ pe poligon :

178 + 25 = 203 zile.

Aşa cum arătam mai sus, un poligon poate avea o activitate sezonieră, în care caz fondul de timp lucrativ este de cca 178 zile, sau cu activitate semicontinuă, în care caz fondul de timp lucrativ devine de cca 200 zile/an.

Estimarea făcută mai sus a avut rostul să ne orienteze asupra factorilor principali care influenţează fondul de timp lucrativ în cele două unităţi.

În practica curentă a ţării noastre se obişnuieşte a se lua acest fond de timp de 280 de zile la fabricile de prefabricate cu liniile tehnologice în spaţii închise şi încălzite şi de 200 de zile la poligoanele cu piste descoperite.

Este uşor de înţeles că acest fond de timp are influenţe directe asupra :

— capacităţii anuale de producţie ;

— permanentizării muncitorilor şi respectiv a fluctuaţiei şi ridicării calificării lor ;

— calităţii produselor ;

— cheltuielilor suplimentare la fondul de salarii şi sarcini sociale pe perioadele de inactivitate sau cu randament scăzut ;

— preţului de cost al produsului.

B. Investiţia specifică

În industria prefabricatelor se obişnuieşte a se urmări indicatorul economic de investiţie specifică prin raportarea valorii de investiţie la volumul producţiei în metri cubi sau la valoarea producţiei realizate.

Investiţia specifică este diferită de la o fabrică la alta, după cum unitatea respectivă este destinată unei producţii de sortimente din beton armat sau beton precomprimat, elemente mai suple sau mai voluminoase, sortimente cu tehnologii mai productive sau mai puţin productive, capacitate de producţie mai mare sau mai mică etc.

Pentru o producţie obişnuită din beton armat la o fabrică cu capacitate de 100 000 m^3/an se realizează astăzi o investiţie specifică de cca 1 000 lei/m^3.

Analizînd devizele generale ale unor astfel de investiţii, constatăm următoarea repartizare medie a cheltuielilor de investiţii :

— Secţii direct productive		
1. Hala de fabricaţie		350 lei/m^3
— Secţii anexe producţiei		
1. Centrala de beton	20 lei/m^3	
2. Atelier armături	50 lei/m^3	
3. Depozit ciment	15 lei/m^3	
4. Depozit agregate	45 lei/m^3	
5. Depozit produse finite	45 lei/m^3	
6. Staţie compresoare trafo	20 lei/m^3	
	195 lei/m^3	
— Secţii de deservire a producţiei		
1. Atelier mecanic	35 lei/m^3	
2. Centrala termică	50 lei/m^3	
	85 lei/m^3	
— Rest lucrări (reţele racorduri, amenajare teren, transporturi, administraţie, laborator etc.)		230 lei/m^3
— Cheltuieli şi lucrări pentru organizarea executării lucrărilor		30 lei/m^3
— Diverse şi neprevăzute, alte cheltuieli şi probe tehnologice		110 lei/m^3
		1 000 lei/m^3

Din această repartizare a cheltuielilor ocazionate de realizarea investiţiei rezultă :

35 % valoarea halei de fabricaţie
28 % " secţiilor anexe şi deserviri
37 % " lucrărilor de organizarea teritoriului, organizarea lucrărilor şi cheltuielile de punere în funcţiune
100 %

★

La o investiţie cu o capacitate de 100 000 m^3/an prefabricate din beton armat, aceste procente ar reprezenta următoarele valori :

35 000 mii lei — hala de fabricaţie
28 000 mii lei — secţii anexe şi deserviri
37 000 mii lei — diverse
100 000 mii lei — total investiţie.

Să analizăm în continuare ce se întîmplă dacă aceeaşi producţie am realiza-o într-o unitate de tip poligon.

Aşa cum am văzut în capitolul precedent, activitatea într-o fabrică se desfăşoară într-un fond de timp lucrativ de 280 de zile, iar pe un poligon în 200 de zile.

Pentru păstrarea aceleiaşi producţii anuale este nevoie să mărim capacitatea de producţie zilnică, în cazul poligonului, cu valoarea raportului :

$$\frac{280}{200} = 1{,}40 \quad \text{(fig. 1)}$$

adică de la 357 m^3/zi la 500 m^3/zi.

Acest spor de producţie de 40 % nu se poate obţine decît prin mărirea suprafeţelor şi instalaţiilor din zona de fabricaţie, secţii anexe, deserviri şi teritorii.

Valoarea investiţiei pentru hala de fabricaţie, în ideia acoperită şi încălzită, se diminuează pentru o pistă descoperită cu valoarea acoperişului, scurgerii interioare a apelor pluviale, închiderii exterioare, instalaţiilor de încălzire şi ventilaţii cu cca 600 lei/m^3, ceea ce revine la toată hala cca 6 000 000 lei.

Pentru păstrarea aceleiaşi producţii, valoarea pistei se estimează la :

$$(35\,000\,000 - 6\,000\,000)\ 1{,}40 = 40\,600\,000 \text{ lei.}$$

Valoarea secţiilor anexe şi a deservirilor ar trebui să crească, în general, într-un procent similar cu al creşterii producţiei, însă, ţinînd seamă de aspectele specifice fiecărei secţii, apreciem la numai 50 % sporul mediu de creştere a valorii de investiţie din procentul de creştere a producţiei zilnice.

În această ipoteză, valoarea secţiilor anexe şi a deservirilor devine :

$$28\,000\,000 \times 1{,}20 = 33\,600\,000 \text{ lei.}$$

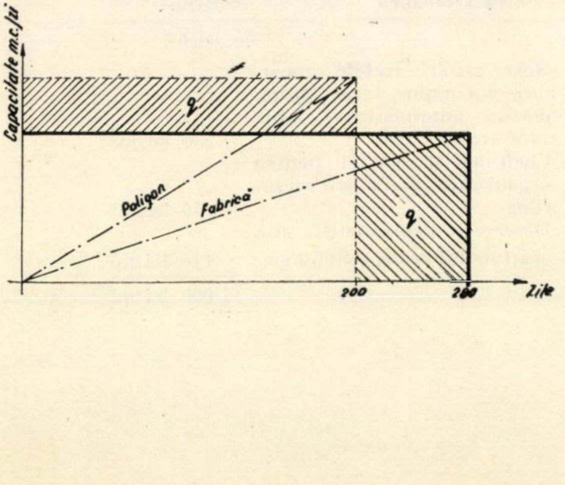
Creşterea valorii pentru restul lucrărilor se neglijează, ele fiind practic neinfluenţate de creşterea producţiei zilnice.

În concluzie, rezultă că organizarea unui poligon pentru o capacitate egală cu a unei fabrici de prefabricate duce la o valoare de investiţie de :

40 600 000 lei valoare pistă de fabricaţie
33 600 000 lei valoare secţii anexe
37 000 000 lei diverse
111 200 000 lei

adică o investiţie specifică, în cazul poligonului, cu 11,2 % mai mare decît în cazul unei fabrici de prefabricate.

Fig. 1 — Diagrama capacităţii echivalente — fabrică şi poligon



Să analizăm, mai departe, care ar fi situaţia unui poligon amplasat pe un şantier şi care ar putea beneficia de unele cooperări cu şantierul sau cu lucrările definitive ale investiţiei de bază.

Din datele prezentate la defalcarea valorii de investiţie se observă următoarele :

— Şantierul poate dispune de toate secţiile anexe şi de deservire ale poligonului. Capacitatea acestor secţii ar putea deservi şi poligonul de prefabricate, cunoscînd că, în situaţia actuală, şantierele pentru construcţii industriale au un procent de numai 10 % betoane prefabricate din volumul betoanelor monolit.

— Lucrările de amenajarea teritoriului şi diverse se pot încadra — majoritatea — în investiţia de bază, rămînînd pe contul poligonului cca 50 lei/m^3.

În această situaţie, valoarea investiţiei specifice a unui poligon de şantier ar putea fi redusă la :

(350 — 60) 1,40 = 400 lei/m^3 = pista
50 lei/m^3 = diverse
Total i 450 lei/m^3

cu un echipament de fabricaţie la nivelul unei fabrici ; sau, în cazul unui echipament mai redus (în detrimentul productivităţii muncii şi al consumului de material lemnos în tipare) se poate ajunge la o investiţie specifică diminuată cu cca 200 lei, adică la

$$i = 250 \text{ lei/m}^3.$$

La prima vedere s-ar părea că poligonul de şantier este foarte avantajos, el avînd o investiţie specifică foarte redusă (25 % din investiţia unei fabrici de prefabricate).

Realitatea este cu totul alta :

— Poligonul de şantier are o existenţă temporară, similară cu lucrările de organizare a şantierului. El se realizează o dată cu aceste lucrări şi dispare, în general, înaintea acestora. Perioada lui de activitate trebuie să se înscrie în graficul şantierului, astfel ca să poată asigura prefabricatele în perioada de montaj şi să nu impieteze asupra duratei de execuţie.

Dacă activitatea poligonului se desfăşoară în n luni, atunci investiţia specifică (calculată la capacitatea anuală) devine :

$$I = i \cdot \frac{12}{n}.$$

La un şantier pentru construcţii industriale, cu o durată de execuţie de 24 de luni, din care perioada de montaj prefabricate este limitată la şase luni (restul intervalului fiind afectat lucrărilor de realizarea poligonului cu toate secţiile anexe de deservire, terminării lucrărilor de construcţii, lucrărilor de instalaţii şi montaj tehnologic, finisaj şi rodaj) investiţia specifică revine la :

$$I = i \cdot \frac{12}{6} = 2.\ i = 500 \text{ lei/m}^3,$$

după cum în cazul unui şantier cu durată mai lungă de execuţie, investiţia specifică poate scădea sub 250 lei/m^3, volumul de prefabricate necesar şantierului putînd fi asigurat într-un număr mai mare de 12 luni.

— Poligonul de şantier, încetîndu-şi activitatea o dată cu terminarea nevoilor şantierului, este supus demolării (demontării), iar sumele cheltuite sînt suportate de investiţia de bază prin cota de organizare.

Aceste sume raportate la volumul de prefabricate realizate pe şantier încarcă, indirect, preţul unitar de deviz al prefabricatelor cu valoarea investiţiei specifice.

Contrar sistemului normal de grevare a preţului de cost, aici investiţia specifică a poligonului devine un supliment al preţului de cost al prefabricatelor (fig. 2), iar amortismentele acestei investiţii se suportă mai tîrziu în preţul de cost al produselor ce vor fi realizate de investiţia în execuţie.

Pentru exemplificare : dacă la o investiţie de 100 000 000 lei cu un volum de construcţii-montaj de 50 000 000 lei avem un necesar de prefabricate de 0,05 m^3/1 000 lei C + M, rezultă un volum total de 2 500 m^3 prefabricate.

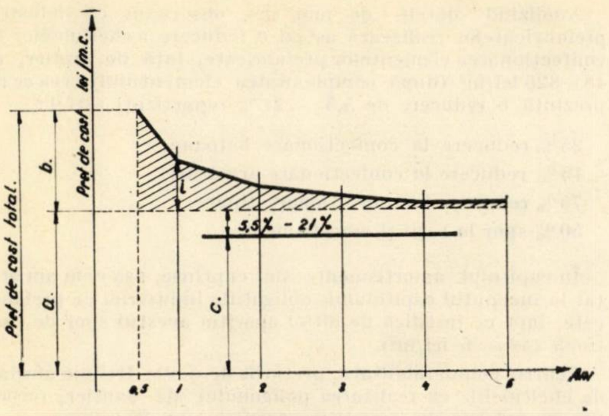


Fig. 2 – Diagrama prețului de deviz (de cost) pentru 1 m³ prefabricate realizate pe un poligon de șantier cu diferite durate de activitate

a – Preț de cost din cheltueli de producție (preț deviz obiect); *b* – preț de cost din investiția specifică a poligonului $I = i \cdot \frac{12}{n}$ (preț deviz din lucrări organizare șantier); *c* – preț de cost în fabrica de prefabricate

Apreciem că aceste prefabricate trebuie realizate, potrivit graficului de realizarea investiției, într-un interval de opt luni.

Investiția necesară pentru realizarea poligonului pe șantier va fi de ordinul :

$$2\,500 \text{ m}^3 \times \frac{12}{8} \times 250 \text{ lei/m}^3 = 937\,000 \text{ lei.}$$

O fabrică de prefabricate cu o capacitate de 100 000 m³/an poate deservi într-un an un număr de :

$$\frac{100\,000}{2\,500} = 40 \text{ șantiere}$$

și ar putea economisi realizarea a 40 de poligoane de șantier, respectiv :

$$40 \times 937\,000 \text{ lei} = 37\,500\,000 \text{ lei/an,}$$

situație în care investiția fabricii de prefabricate s-ar recupera în 2,5 ani.

Din cele de mai sus rezultă că industria prefabricatelor poate degreva cu succes șantierul și economia națională de cheltuieli ocazionate cu realizarea poligonului, contribuind astfel la reducerea valorii de investiție cu $i \times \frac{12}{n}$ lei pentru fiecare metru cub de beton adus din fabrică (150—500 lei/m³).

III. PREȚ DE COST – PREȚ DE DEVIZ

Calculul prețului de cost într-o unitate industrială este diferit de calculul prețului de deviz al lucrărilor de construcții, în principal prin aceea că el cuprinde și cota de amortismente a investiției— respectiv amortizarea valorilor din devizul general al investiției fabrică.

Prețul de vînzare al produselor industriale cuprinde, pe lîngă prețul de cost, și o cotă pentru realizarea acumulărilor socialiste (beneficiul) și care este mai mare decît beneficiul de 1% luat în calculul prețului de deviz.

Prețul de deviz al elementelor prefabricate confecționate pe poligonul de șantier, așa cum se reflectă în articolele de deviz, nu cuprinde și cheltuielile provocate prin realizarea poligonului, acestea afectînd valorile rezervate pentru lucrările de organizare a șantierului.

Dacă prețul articolului de deviz este degrevat cu cota de beneficiu (1%) a șantierului se poate considera că valorile rămase reprezintă costul prefabricatelor confecționate pe șantier.

În aceste condiții vom face o comparație între cele două prețuri de cost, așa cum se calculează fiecare prin specificul de activitate (în fabrică și pe șantier), exemplificată pe trei sortimente de complexitate diferită.

a) Ferme din panouri de beton armat asamblate ulterior prin precomprimare (B 500 și 186 kg/m³ OL 38 + 29 kg/m³ laminate).

— Preț de cost în fabrică (STE Oradea — recalculat pentru consumurile de ciment, oțel-beton și tipare pentru acest sortiment) :

Cost beton	200,39 lei/m³
Cost armături+laminate	641,63 lei/m³
Uzură tipare (amortismente)	34,64 lei/m³
Regii + amortismente	347,83 lei/m³
Total preț cost fabrică	1 224,49 lei/m³

— Preț articol deviz (pe poligon șantier)

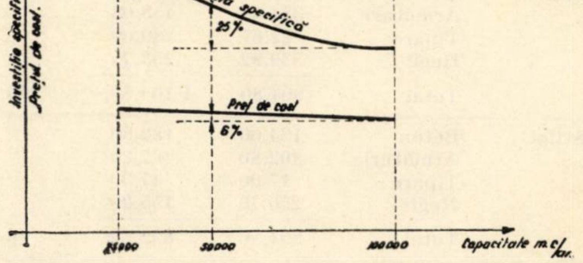
	Material	Manoperă	Utilaj	Total lei/m³
Beton B 500	219,00	32,90	16,90	268,80
Armături(186+29)kg	719,28	69,20	—	788,48
Tipare lemn (uzură)	98,62	86,39	—	185,01
	1 036,90	188,49	16,90	1 242,29
Aprovizionare	16,59	—	—	16,59
Manipulare	—	15,55	—	15,55
Transport	31,11	—	—	31,11
		204,04	—	1 305,54
Chelt. ind. 95%		193,84	—	193,84
		369,64	—	1 499,38
Spor de preț provenit din majorarea salariilor pe șantier și necuprins în normele de deviz, socotit în medie pentru betonist 4* 25% × 204,04=				51,01
Total preț articol deviz				1 550,39 lei/m³

b) Cheson prefabricat din beton armat de 6,00 m×3,00 m pentru acoperiș hale industriale, B 300 și 106 kg/m³ OL 38+ + PC 60

Preț de cost în fabrică (STE Oradea)

Cost beton	157,91 lei/m³
Cost armătură	384,30 lei/m³
Uzură tipare (amortismente)	22,67 lei/m³
Regii+ amortismente	339,92 lei/m³
Total preț cost fabrică	904,80 lei/m³

Fig. 3 – Diagrama investiției specifice și a prețului de cost în funcție de creșterea capacității de producție la o fabrică de prefabricate



---

* Menționez că prin această majorare de salarii se ajunge pe șantier la un cîștig mediu de cca 10 000 lei/an, față de industria prefabricatelor, unde în prețul de cost s-a introdus un cîștig mediu de 15 000 lei/m³.

Preţ articol deviz (pe poligon şantier) (calcul similar cu cel de la pct. a)

Beton B 300	216,17 lei/m³
Armătură	453,08 lei/m³
Tipare	180,69 lei/m³
	849,94 lei/m³
Aprovizionare, manipulare, transport	40,26 lei/m³
	890,20 lei/m³
Chelt. indirecte 95 % × 178,74	169,80 lei/m³
	1 060,00 lei/m³
Spor salarii 25 % × 178,74 =	44,69 lei/m³
Total preţ articol deviz	1 104,69 lei/m³

c) Stîlpi pentru hale industriale din beton armat B 250 cu 137 kg/m³ OL 38 :

— Preţ cost fabrică (STE Oradea recalculat pentru consumurile de ciment, oţel-beton şi tipare la acest sortiment)

Cost beton	134,00 lei/m³
Cost armătură	402,80 lei/m³
Uzură tipare (amortismente)	17,00 lei/m³
Regii + amortismente	250,76 lei/m³
Total preţ cost fabrică	804,56 lei/m³

Preţ articol deviz (pe poligon şantier) (calcul similar cu cel de la pct. a)

Beton B 250	182,80 lei/m³
Armătură	467,20 lei/m³
Tipare de lemn	47,30 lei/m³
	697,30 lei/m³
Aprovizionare, manipulare, transport	36,52 lei/m³
	733,82 lei/m³
Chelt. ind. 95 % × 98,98 =	94,03 lei/m³
	827,85 lei/m³
Spor salarii 25 % × 98,98	24,74 lei/m³
	852,59 lei/m³

Menţionez că preţurile de deviz pe şantier sînt calculate cu preţurile republicane pentru agregate, iar în fabrica de prefabricate (Oradea) preţul este mai mic şi revine la 31,39 lei/m³. Influenţa acestei diferenţe de preţ ar fi :

— pentru ferme cu 41,88 lei/m³ (incl. criblură)
— pentru chesoane cu 25,60 lei/m³
— pentru stîlpi cu 24,71 lei/m³

şi reprezintă o cheltuială ce poate fi comparată cu transportul prefabricatelor din fabrică la şantier.

Tabelă comparativă

Sortiment	Art. de lucrări	Preţ de cost în fabrică	Preţ articol de deviz pe poligon şant.	Diferenţe
Ferme	Beton	200,39	268,80	
	Armături	641,63	788,48	
	Tipare	34,64	185,01	
	Regii	347,83	308,10	
	Total	1 224,49	1 550,39	326
Cheson	Beton	157,91	216,17	
	Armături	384,30	453,08	
	Tipare	22,67	180,69	
	Regii	339,92	253,75	
	Total	904,80	1 104,69	200
Stîlpi	Beton	134,00	182,80	
	Armături	402,80	467,20	
	Tipare	17,00	47,30	
	Regii	250,76	155,29	
	Total	804,56	852,59	48

Analizînd datele de mai sus, observăm că industria prefabricatelor realizează astăzi o reducere a cheltuielilor de confecţionarea elementelor prefabricate, faţă de şantier, cu 48—326 lei/m³ (după complexitatea elementului) ceea ce reprezintă o reducere de 5,5 — 21 % repartizaţi astfel :

25 % reducere la confecţionare betoane,
15 % reducere la confecţionare armături,
75 % reducere la confecţionare tipare,
50 % spor la regii şi amortismente.

În capitolul amortismente sînt cuprinse, aşa cum am arătat la începutul capitolului, obligaţiile industriei de prefabricate, fapt ce justifică de altfel apariţia acestui spor de cheltuieli (40—96 lei/m³).

Pentru comparabilitate, preţurile de deviz trebuie afectate de cheltuielile cu realizarea poligonului de şantier, respectiv cu valorile de investiţie specifică (fig. 2) :

$$I = i\frac{12}{n}$$

★

Considerînd ipoteza luată în capitolul precedent pentru un poligon de şantier cu investiţia specifică de 250 lei/m³ obţinem următoarea situaţie :

	Preţ deviz	Preţ cost fabrică
Ferme B 500	1 800 lei/m³	1 224 lei/m³
Chesoane B 300	1 354 lei/m³	905 lei/m³
Stîlpi B 250	1 102 lei/m³	805 lei/m³

Diferenţa între preţul de deviz şi preţul de cost din fabrică revine deci la :

576 lei/m³ pentru ferme,
449 lei/m³ pentru chesoane,
297 lei/m³ pentru stîlpi.

Aceste diferenţe de preţ trebuie să acopere, pe de o parte, cotele de beneficii ale fabricii, iar pe de altă parte, transportul pînă la şantiere.

Considerînd un transport pe CF la 300 km distanţă, o transbordare şi un transport suplimentar pe 10 km IRTA, obţinem următoarele cheltuieli de transport :

Transport pe 300 km CF	99,84 lei/m³
Transport pe 10 km IRTA	29,38 lei/m³
Transbordare	14,56 lei/m³
	143,78 lei/m³

Cu aceeaşi cheltuială putem realiza un transport direct, fabrică— şantier, cu mijloace IRTA pe 60 km sau numai pe CF pe o distanţă de 450 km.

Economiile ce se pot realiza în această ipoteză, loco şantier, între preţul de deviz, inclusiv recuperarea valorii poligonului de 250 lei/m³ şi preţul produselor sosite din fabrică fără beneficiu, vor fi de :

432 lei/m³ pentru ferme,
305 lei/m³ pentru chesoane,
153 lei/m³ pentru stîlpi.

Beneficiul fabricii de prefabricate vine să diminueze acest avantaj prin vărsăminte la bugetul statului.

Un şantier care dispune de un deviz în care sînt prevăzute prefabricatele cu preţurile de vînzare ale industriei de prefabricate îşi poate permite confecţionarea lor pe şantier, întrucît dispune de cota de beneficiu a fabricii, pe care nu este obligat s-o verse la buget şi cu care poate să-şi acopere plusul de cheltuieli cerut de realizarea lor pe şantier.

Este cazul să amintim aici că beneficiul fabricii de prefabricate permite stabilirea eficienţei economice a industrie de prefabricate prin indicatorul „durata de recuperare a investiției totale din beneficiu" :

$$D_B = \frac{V + v + b + d}{B}$$

în care :

V este valoarea investiției ;
v — valoarea mijloacelor circulante ;
b — beneficiul nerealizat în perioada de atingere a indicatorilor ;
d — imobilizarea fondurilor de investiții în perioada de realizarea investiției ;
B — beneficiul anual.

În cazul industriei de prefabricate

$$D_B = 15 \text{ ani}$$

spre deosebire de poligonul de șantier unde

$$D_B \to \infty \text{ ani}.$$

IV. CAPACITATEA FABRICII DE PREFABRICATE

Fabrica de prefabricate din beton este destinată să rezolve industrializarea executării lucrărilor dintr-o anumită zonă sau localitate.

Sortimentele necesare constructorului sînt foarte variate, în etapa actuală de dezvoltare a tipizării sortimentelor.

Liniile tehnologice realizate în fabricile noastre au avut la bază o tehnologie elastică, permițînd, în general, realizarea diferitelor sortimente numai prin schimbarea echipamentului de formare (tipare).

Pe măsura dezvoltării acestei industrii s-a putut trece la o primă specializare a liniilor, în care caz se păstrează o elasticitate în cadrul unor familii mai restrînse de sortimente.

În această situație, fabrica de prefabricate trebuie dotată cu un număr suficient de linii tehnologice specializate, astfel încît să cuprindă toate familiile de elemente necesare constructorului din zonă.

Cînd capacitatea fabricii devine prea mare și profilul prea complex pot lua naștere fabrici specializate numai pentru anumite familii de sortimente, chiar în aceeași localitate.

Prin această gîndire, anumite linii tehnologice specializate pentru o anumită capacitate optimă ar putea întrece necesarul unei zone și în această situație se pune problema furnizării excedentului de produse în zonele vecine.

Situația aceasta mai poate lua naștere și prin specificul lucrărilor ce se execută în acea zonă într-o anumită perioadă, schimbîndu-se ponderea necesarului pe familii de sortimente. În astfel de situații fabricile din zonele vecine trebuie să se ajute reciproc pentru acoperirea nevoilor solicitate în anumite perioade de timp.

Cu cît specializarea va crește, liniile tehnologice se vor perfecționa, prețul de cost va scădea și desfacerea se va putea face pe distanțe mai mari de transport.

Un alt factor economic care este important în stabilirea capacității optime a unei fabrici este acela al investiției specifice. Așa cum s-a văzut la capitolul „Fabrică sau poligon", în defalcarea investiției s-au constatat o serie de secții anexe, deserviri, rețele, organizare teritorii etc., care reprezintă cca 65 % din valoarea unei fabrici și care în cazul unei capacități mari se repartizează mai economic în prețul de cost și influențează favorabil valoarea investiției.

Micșorarea capacității va duce deci la creșterea investiției specifice și respectiv la creșterea prețului de cost al prefabricatelor.

La o capacitate de 50 000 m^3 producție anuală, vom avea o investiție specifică (apreciată după datele din cap. II) de cca 1 250 lei/m^3.

Această creștere de 25 % a investiției specifice duce la o creștere a prețului de cost de cca 50—60 lei/m^3, față de o fabrică a cărei capacitate anuală este de 100 000 m^3 (fig. 3).

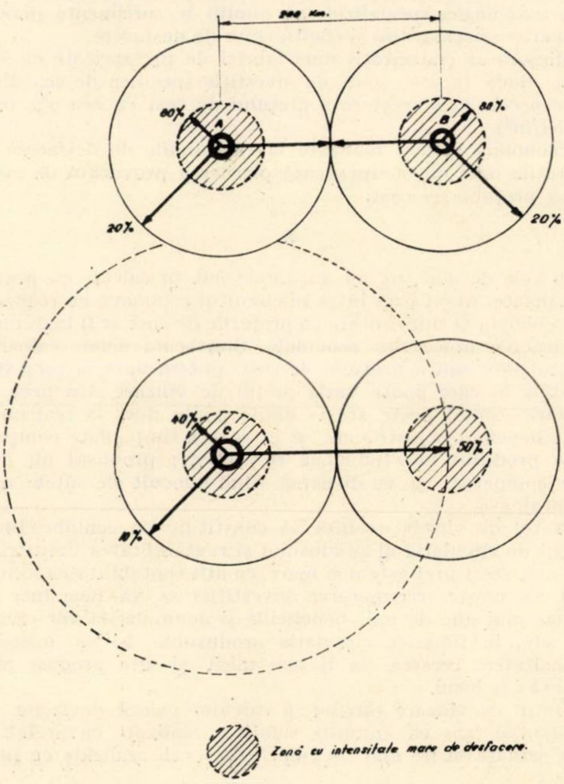
De aici rezultă încă o condiție pentru capacitatea optimă a unei fabrici și anume aceea a corelării creșterii prețului de cost cu reducerea corespunzătoare a distanței de transport.

Cu alte cuvinte, o fabrică trebuie să satisfacă nevoile zonei, să dispună în majoritate de linii specializate pe familii de sortimente, iar capacitatea totală să nu fie mai mică decît poate suporta prețul de cost desfacerea produselor la distanțele strict necesare.

Cu alte cuvinte, dacă am realiza capacitatea de 100 000 m^3 producție anuală în două unități A și B a 50 000 m^3/an, amplasate la distanță de cca 200 km una de alta, în comparație cu o singură unitate C de 100 000 m^3 capacitate anuală, amplasată într-una din localitățile A sau B și dacă am considera că necesarul în prefabricate este distribuit în proporție de 80 % pe o rază medie de 20 km în jurul localităților A și B, iar restul de 20 % pe o rază maximă de 100 km de la aceleași centre de consum, am avea următoarea situație (fig. 4) :

	Unitate de cap. mică 50 000 m^3/an	Unit. de cap. mare 100 000 m^3/an
— Investiție specifică	1 250 lei/m^3	1 000 lei/m^3
— Valoarea investiției la capacitatea echivalentă (100 000 m^3/an)	125 000 000 lei	100 000 000 lei
— Prețul de cost : (cheltuieli anuale suplimentare la capacități mici)		
$2 \times 50\,000$ m^3 $\times 50$ lei/m^3	5 000 000 lei/an	—
— Chelt. cu desfacerea producției :		
La capacități mici 80 % pe distanță medie de 20 km (IRTA)	3 952 000 lei/an	
20 % pe distanță medie de 75 km CF + 10 km IRTA + transbordare	1 861 000 lei/an	
	5 813 000 lei/an	
La capacități mari 40 % pe 20 km IRTA		1 976 000 lei/an
10 % pe 75 km CF + 10 km IRTA + transbordare		930 000 lei/an
50 % pe distanță medie de 200 km CF + 10 km IRTA + transbordare		6 038 000 lei/an
		8 944 000 lei/an

Fig. 4 — Schema desfacerii produselor de la două fabrici de prefabricate A și B așezate în două centre de consum (I) și aceleași centre de consum deservite de o singură fabrică de prefabricate C cu capacitate dublă (II)



În această situație, economia anuală realizată la cheltuielile de desfacere, de unitățile mici, nu compensează pierderea provocată de creșterea prețului de cost. Cele două unități mici vor aduce în fiecare an o pierdere de cca 2 000 000 lei în afară de cele 25 000 000 lei suportate în plus cu realizarea investiției.

V. CONCLUZII

Din analiza exemplelor și ipotezelor prezentate mai sus se pot desprinde următoarele :

1. Prin folosirea prefabricatelor uzinate șantierul dispune de o creștere a productivității muncii, care îi va aduce un avantaj economic de cca 190 lei la fiecare metru cub prefabricat adus pe șantier. Executarea prefabricatelor pe șantier anulează acest avantaj și îl transformă, prin lucrările de organizare și confecționarea lor, în valori negative, deoarece productivitatea muncii coboară prin creșterea cantității de muncă la același volum de lucrări puse în operă.

2. Realizarea unor poligoane de șantier cu durată temporară de cca 1 an duce aparent la o investiție specifică redusă, însă răspîndirea acestora pe teritoriul țării totalizează un număr de investiții, care, la producția realizată într-o perioadă de 3—4 ani, duce la o investiție mai mare decît valoarea unei fabrici de prefabricate.

Poligoanele de șantier diminuează productivitatea muncii șantierului, iar durata de execuție se prelungește aproximativ cu durata realizării poligonului.

3. Prețul de cost realizat în fabricile de prefabricate este inferior prețului de deviz al elementelor prefabricate executate pe șantier cu 48 pînă la 326 lei/m^3, exclusiv cheltuielile necesare realizării poligonului. Separat trebuie adăugat efectul economic al reducerii termenului de execuție.

4. Diferențele de preț între prețul de deviz (inclusiv valoarea specifică a lucrărilor de organizare necesare realizării poligonului pe șantier) și prețul de cost ale acelorași produse realizate în fabrică permit acoperirea unor cheltuieli normale de transport.

5. Realizarea unor fabrici de prefabricate cu piste descoperite de producție duce la o creștere a investiției cu cca 11 % și a prețului de cost în mod corespunzător.

Caracterul de sezonierat al acestor piste îngreunează procesul de permanentizare a muncitorilor, de ridicare continuă a calificării lor și de obținere a progreselor scontate în această industrie.

6. Capacitatea optimă a unei fabrici trebuie să fie corelată cu nevoile din zonă, cu realizarea unui număr suficient de linii tehnologice specializate pe familii de sortimente pentru acoperirea necesarului și cheltuielilor de desfacere.

Micșorarea capacității unei fabrici de prefabricate cu cca 50 % duce la un spor de investiție specifică de cca 25 % și respectiv la o creștere a prețului de cost cu cca 6 % (cca 50 lei/m^3).

Economia anuală realizată la cheltuielile de desfacere la unitățile mici nu compensează pierderea provocată de creșterea prețului de cost.

★

În cele de mai sus nu am intervenit în calcule cu prețul de vînzare. Acest preț intră în circuitul economic cu realizări de beneficii. O confruntare cu prețurile de cost ar fi îngreunat înțelegerea procesului economic. Cunoscînd acum valoarea cheltuielilor sau a prețului de cost, putem aprecia care sînt limitele în care poate varia prețul de vînzare. Un preț de vînzare stabilit peste aceste limite poate duce la realizarea unor beneficii nejustificate și în același timp poate compromite produsul sau industria respectivă ; produsul nu mai este competitiv și va dispărea, fiind înlocuit de altele mai avantajoase.

Prețul de vînzare trebuie să constituie un echilibru între prețul de circulație al produsului și rentabilitatea industriei.

Cu cît acest preț este mai mare, cu atît rentabilitatea industriei va crește, recuperarea investiției se va face într-un număr mai mic de ani, beneficiile și acumulările vor crește etc. etc., în timp ce circulația produsului își va micșora intensitatea, cererea va fi mai mică și alte produse vor veni să-i ia locul.

Prețul de vînzare intrînd în calculul valorii devizelor de construcții face ca anumite soluții realizate cu prefabricate uzinate să fie mai ,,scumpe" decît cele realizate cu prefabricate de șantier sau decît soluțiile tradiționale realizate cu betoane monolit.

O astfel de comparație ,,seacă" nu poate duce la rezultate concludente cîtă vreme nu se ține seamă de avantajele aduse prin prețul de vînzare în circuitul economic și care pe economia națională reprezintă avantaje, chiar în etapa actuală, în afară de alte avantaje economice, ca reducerea duratei de execuție, reducerea consumului de materiale deficitare, creșterea productivității muncii, permanentizarea muncitorilor, calitatea lucrărilor etc.

Este de menționat, totuși, că această analiză nu este la îndemîna oricui și că în aceste cazuri un preț de vînzare exagerat scoate din competiție elementele uzinate. Dacă echilibrul de care vorbeam mai înainte nu este asigurat prin prețul de vînzare, vor apărea consecințe nefavorabile asupra unor sortimente sau chiar a industriei prefabricatelor.

Judecarea economiei unei construcții executate cu prefabricate uzinate față de a unei construcții realizate cu prefabricate executate pe șantier se face pe valoarea devizului pe obiect și pe valoarea devizului general.

În cadrul devizului pe obiect se evidențiază numai o parte din cheltuieli, așa încît concluzia finală trebuie căutată în cadrul devizului general, respectiv acolo unde se evidențiază și lucrările aferente de organizare a lucrărilor (*OL*).

Dacă notăm cu :

Cf — costul la m^3 al elementelor prefabricate în fabrică ;
Cs — idem, confecționate pe șantier;
Bf — beneficiul realizat prin prețul de vînzare al fabricii ;
Bs — beneficiul șantierului (1 %) ;
Tr — cheltuielile ocazionate cu transportul prefabricatelor de la fabrici la șantier;
OL — cheltuielile cu lucrările de organizarea lucrărilor aferente realizării prefabricatelor pe șantier (poligon) și cele legate de cazarea plusului de muncitori chemați să realizeze aceste lucrări și confecționarea prefabricatelor;
ΔT — avantajul economic obținut prin scurtarea timpului de execuție prin folosirea prefabricatelor din fabrică ;

relația care ne poate arăta avantajul economic al unei construcții realizate cu prefabricate furnizate de fabrică este de forma :

$$Cf + Bf + Tr - \Delta T \leqslant Cs + Bs + OL.$$

Pentru exemplificare — în cazul chesonului de beton armat și al unor cheltuieli de transport potrivit normelor de deviz de 20 lei/t transport CF + transbordare + 10 km IRTA — vom avea :

$$905 + 156 + 96 - \Delta T < 1\,105 + 9 + 150$$

sau :

$$1\,157 - \Delta T < 1\,264.$$

Observăm însă că dacă cheltuielile de *OL* și ΔT nu sînt luate în considerare (cazul devizului pe obiect) relația își schimbă sensul și concluzia ar fi că prefabricatele uzinate scumpesc construcția

$$905 + 156 + 96 > 1\,105 + 9 \quad \text{sau} \quad 1\,157 > 1\,114.$$

Se poate spune, totuși, că și în acest caz, dacă prețul de vînzare ar fi mai mic cu 44 lei/m^3, adică $Bf = 112$, relația va arăta din nou în favoarea prefabricatelor uzinate, aceasta cu atît mai mult cu cît fabrica varsă un beneficiu $Bf > Bs$ respectiv 156 lei/ m^3 în loc de 9 lei/m^3.

Industria prefabricatelor din beton armat și beton precomprimat este o industrie tînără. Ea s-a dezvoltat sub ochii noștri în ultimii 15 ani și n-a ajuns încă la perfecțiunea industriilor consacrate.

Viața economică în care își desfășoară activitatea industria prefabricatelor este mult mai complexă. Ea depinde, pe de o parte, de găsirea unor procese tehnologice perfecționate, iar pe de altă parte de stabilirea unor sortimente care să fie de mare serie, să fie agreate de inginerul tehnolog, de inginerul constructor, de arhitect și să satisfacă, pe cît posibil, nevoile mai multor genuri de lucrări, fără ca aceasta să ducă la monotonie sau la realizarea unor construcții cu soluții forțate.

Liniile tehnologice sînt astăzi specializate pe familii de sortimente în cadrul cărora este posibilă diversificarea. Forma, dimensiunea și calitatea elementelor (produselor) vor trebui să evolueze paralel cu perfecționarea proceselor tehnologice, produsele să fie cît mai complete (finisate), cu secțiuni minime, cu betoane și oțeluri de mărci superioare, astfel încît să fie cît mai competitive cu realizările șantierului. Vom obține atunci elemente perfecționate din beton armat sau beton armat precomprimat de volume relativ mai mici decît cele monolite, caz în care va trebui suplimentat avantajul prefabricării printr-o corecție asupra volumului. Va apărea necesitatea unei comparații, nu la metru cub de beton, ci la suprafața sau volumul funcțional al părții din clădirea realizată în industrie.

În această evoluție vom obține prețuri de cost pe unitatea fizică de folosință din ce în ce mai scăzute (chiar dacă prețul la metrul cub de beton va crește), beneficiul va crește și industria prefabricatelor va deveni din ce în ce mai necesară și mai rentabilă, paralel cu reducerea prețului lucrărilor de construcții.

Considerații asupra posibilităților de îmbunătățire a realizării unor elemente prefabricate de mare serie din beton precomprimat *

II. Tuburi de presiune de beton precomprimat pentru aducțiuni de apă

Ing. M. Halmagiu

Fabricarea primelor tuburi de presiune din beton precomprimat în țara noastră a început în 1960, cînd s-au montat și primele conducte de alimentare cu apă pentru unele orașe și industrii.

Avantajele economice importante pe care le oferă tuburile de beton precomprimat față de cele metalice au determinat dezvoltarea acestei ramuri industriale într-un ritm rapid, urmînd ca în 1970 producția anuală de tuburi să ajungă la cca 100 m conductă de presiune raportată la 1000 de locuitori. În felul acesta, țara noastră devine cea mai mare producătoare de tuburi de presiune de beton precomprimat din lume.

Necesarul de conducte de presiune pentru alimentarea cu apă a orașelor și industriilor și mai ales satisfacerea vastului program de irigare a terenurilor agricole au determinat dezvoltarea pe care o înregistrează acest nou sortiment al industriei de prefabricate.

Conductele de presiune de beton precomprimat înlocuiesc în condiții tehnico-economice avantajoase pe cele de oțel sau fontă, care se folosesc în mod obișnuit în aceste scopuri. Dintre cele mai importante avantaje ale conductelor de beton precomprimat, semnalăm în mod special: economia de oțel, simplitatea și productivitatea mărită la montarea tuburilor în conductă datorită îmbinării cu garnituri de cauciuc și comportarea în condiții mai bune în timpul exploatării a conductelor de beton precomprimat, față de cele metalice.

Folosind la executarea conductelor betonul în locul oțelului sau fontei se realizează economii importante de metal. Astfel, un metru cub de beton utilizat la fabricarea unui tub de beton precomprimat economisește — față de un tub metalic cu aceleași caracteristici — cca 0,7 t oțel sau 1,5 t fontă.

Avantajele evidente pe care le prezintă conductele de beton precomprimat au determinat diverse firme constructoare din lumea întreagă să pună la punct o serie de procedee pentru fabricarea lor. Din aceste procedee, cele mai răspîndite sînt următoarele:

I. TEHNOLOGIA ÎN DOUĂ FAZE DE FABRICAȚIE

Firma suedeză Sentab a reluat procedeul imaginat acum 30 de ani de celebrul inginer Freyssinet pentru fabricarea tuburilor de presiune din beton precomprimat și a rezolvat practic tehnologia de fabricație industrială. Astfel: în prima fază se compactează betonul prin vibrare și presare într-un tipar metalic în care este înglobată și armătura elicoidală, după care se trece — după un interval de 10 — 15 minute — la faza a doua de fabricație, cînd, printr-o nouă presare a betonului din interiorul tiparului, se pune sub tensiune armătura spirală. Presiunea hidraulică pentru presarea betonului se menține constantă pînă cînd betonul se întărește suficient pentru a putea prelua efortul de precomprimare care rezultă asupra tubului de beton o dată cu anularea presiunii hidraulice din interiorul tiparului.

II. TEHNOLOGIA ÎN TREI FAZE DE FABRICAȚIE

Un alt procedeu de fabricare a tuburilor de presiune, care a căpătat o largă răspîndire, este cel al centrifugării betonului în tipare cilindrice.

---

* Partea I a articolului cu același titlu a apărut în Revista construcții lor și a materialelor de construcții nr. 2, 1969, în care s-a tratat despre „Jgheaburi de beton precomprimat pentru irigații".

La fabricația acestor tuburi se disting următoarele trei faze tehnologice:

— centrifugarea tubului-miez cu armătură longitudinală tensionată;

— precomprimarea transversală a tubului-miez prin înfășurarea sub tensiune a armăturii sub forma unei spire;

— protecția armăturii transversale cu un mortar de beton torcretat sau beton vibrat.

III. TEHNOLOGIA ÎNTR-O SINGURĂ FAZĂ DE FABRICAȚIE

În ultimul timp, în U.R.S.S. a apărut un nou procedeu pentru fabricarea tuburilor de presiune de beton precomprimat prin utilizarea cimenturilor expansive. Betonul preparat cu cimenturi expansive și turnat în tipare cilindrice pune sub tensiune armătura elicoidală și cea longitudinală, realizîndu-se astfel o precomprimare tridimensională.

Acest procedeu de autoprecomprimare, care se realizează într-o singură fază de fabricație, apare ca o metodă mult simplificată față de procedeele expuse mai sus, la care se disting două sau trei faze de fabricație.

Procedeul de autoprecomprimare este în curs de experimentare și reușita depinde de realizarea unui ciment expansiv de calitate constantă.

★

Fabricarea tuburilor după procedeele tehnologice prin vibropresare și centrifugare este foarte răspîndită în lume, fiecare firmă constructoare căutînd să îmbunătățească unele faze tehnologice ale procesului de fabricație sau caracteristicile tubului propriu-zis.

Dacă, folosind metoda de fabricare a tuburilor prin vibropresare, se recunoaște că suedezii au rezolvat în condiții optime procesul de fabricație, nu același lucru se poate afirma și despre procedeul prin centrifugare, întrebuințat de o serie de firme care au rezolvat fabricarea tuburilor după tehnologii proprii. Astfel, firmele Socoman, Arkel, Premo, Bonna, Züblin etc. produc tuburi prin centrifugare în trei faze de fabricație, care diferă atît în ceea ce privește caracteristicile produsului, cît și unele operații tehnologice.

★

În țara noastră, prima fabrică de tuburi de presiune din beton precomprimat a fost construită în 1960 după procedeul prin centrifugare tip Premo. S-a ales procedeul suedez Premo, deoarece s-a considerat că prezintă avantaje suplimentare față de altele similare (Socoman, Arkel, Züblin etc.) prin faptul că se realizează și stratul de protecție precomprimat. Patentul Premo prevede în procesul tehnologic ca stratul de torcret care protejează armătura transversală să se întărească în timp ce tubul-miez este menținut la interior sub o presiune hidraulică constantă cu ajutorul unei instalații speciale. Stratul de torcret întărit în camerele de tratament termic se consideră precomprimat o dată cu anularea presiunii hidraulice din interiorul tubului-miez.

IV. TEHNOLOGIA PREMO ȘI DEZAVANTAJELE EI FAȚĂ DE ALTE TEHNOLOGII SIMILARE

Descrierea amănunțită a procedeului tehnologic Premo pentru fabricarea tuburilor de presiune din beton precomprimat s-a făcut în numeroase alte articole ale acestei reviste și din această cauză se va prezenta în continuare, sub formă schematică, numai fluxul de fabricație (fig. 1), cu indicarea principalelor operații tehnologice.

Faza I de fabricație

În această fază de fabricație sînt cuprinse următoarele operații:

a) Pregătirea armăturii pentru precomprimarea longitudinală a tubului-miez. Armătura este formată din două sîrme SBP Ø 1,5 mm, care se prelucrează în mai multe etape:

— bobinarea sîrmei Ø 1,5 mm din colaci (5 *a*);

— împletirea sîrmelor în 2 Ø 1,5 mm (5 *b*);

— țeserea sîrmelor 2 Ø 1,5 mm — pe un mosor de armare — cu ajutorul unei mașini automate (5 *c*);

— formarea colierului pentru devierea armăturii longitudinale la mufă (5 *d*).

b) Tensionarea armăturii longitudinale pe tipar cu ajutorul pompei de înaltă presiune tip NIKE (5).

c) Centrifugarea betonului în tiparul prevăzut cu armătura longitudinală tensionată (*1*).

d) Fasonarea mufei prin strunjirea betonului (*2*).

e) Tratarea termică a tubului-miez în camera I (*3*).

f) Decofrarea tubului-miez (*4*).

Faza a II-a de fabricație

a) Continuarea tratamentului termic al tubului-miez (*6*).

b) Curățirea suprafeței tubului-miez prin sablare (*7*).

c) Armarea transversală a tubului-miez cu ajutorul unei mașini speciale (*8*).

Faza a III-a de fabricație

a) Punerea sub presiune a tubului-miez cu ajutorul miezurilor de presiune și al instalației automate de apă sub presiune (*9*).

b) Protejarea armăturii transversale cu ajutorul mortarului torcretat (*10*).

c) Tratarea termică cu apă caldă a tubului torcretat, care este menținut în această perioadă de întărire cuplat la instalația automată de apă sub presiune în vederea realizării precomprimării stratului de torcret (*11*).

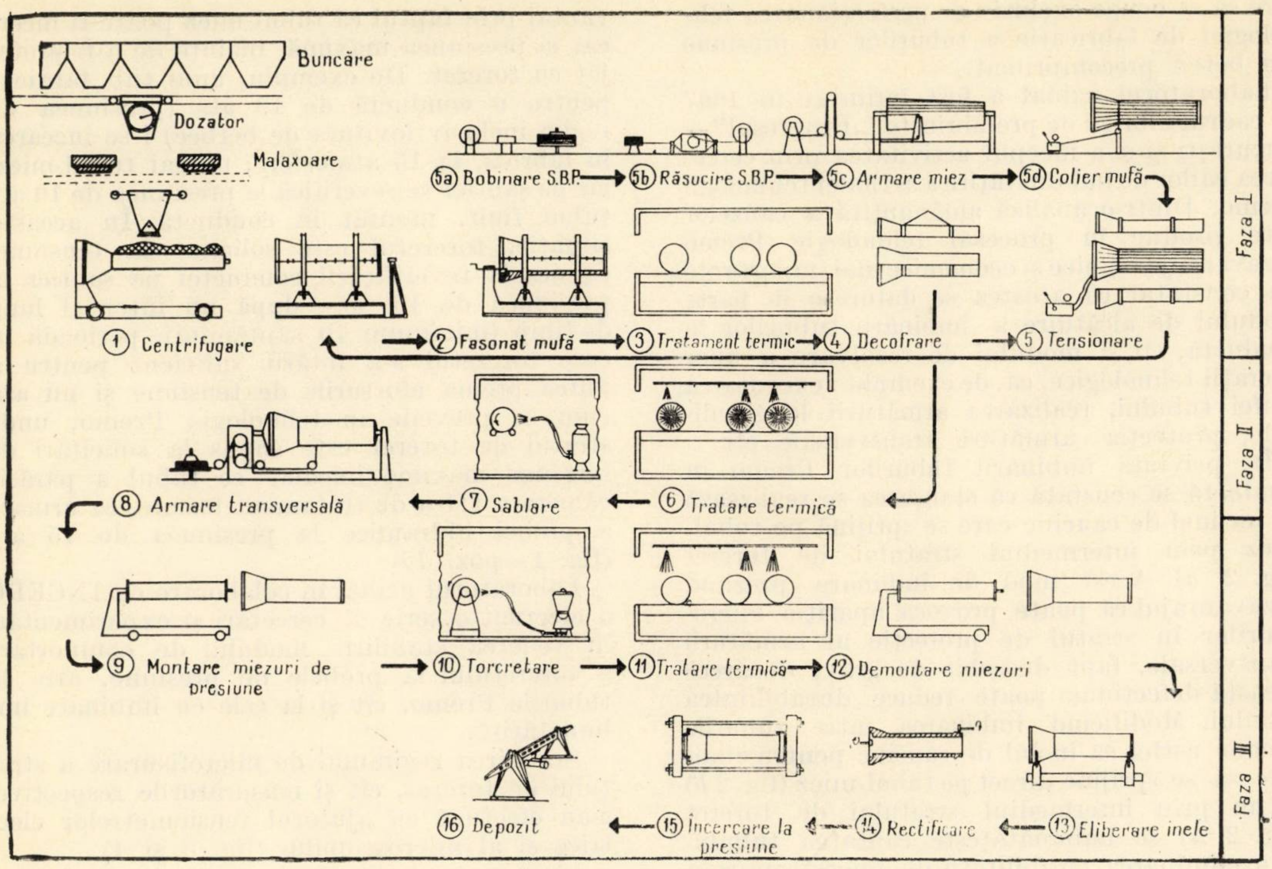

Buncăre
Dozator
Malaxoare
(5a) Bobinare S.B.P.
(5b) Răsucire S.B.P.
(5c) Armare miez
(5d) Colier mufă
Faza I
① Centrifugare
② Fasonat mufă
③ Tratament termic
④ Decofrare
⑤ Tensionare
Faza II
⑧ Armare transversală
⑦ Sablare
⑥ Tratare termică
⑨ Montare miezuri de presiune
⑩ Torcretare
⑪ Tratare termică
⑫ Demontare miezuri
Faza III
⑯ Depozit
⑮ Încercare la presiune
⑭ Rectificare
⑬ Eliberare inele

Fig. 1 – Schema tehnologică pentru fabricarea tuburilor Premo de beton precomprimat

d) Decuplarea instalaţiei de apă sub presiune şi demontarea miezurilor de presiune (*12*).

e) Eliberarea inelelor cu dornuri de la capetele tuburilor prin tăierea betonului şi a armăturii SBP 2 Ø 1,5 mm cu şaibe abrazive (*13*).

f) Rectificarea prin polizare a betonului la capetele de îmbinare (*14*).

g) Încercarea la presiune a tubului finit (*15*).

h) Transportul tubului în depozitul de produse finite (*16*).

Tehnologia de fabricaţie Premo este concepută după principiul conveier, iar utilajele prevăzute pentru diversele operaţii principale ale fluxului de fabricaţie sînt foarte robuste. Datorită acestor calităţi se pot obţine indicatori economici corespunzători.

Tehnologia Premo — comparată însă cu alte tehnologii similare străine — prezintă şi unele dezavantaje, atît în ceea ce priveşte modul de alcătuire a tubului propriu-zis, cît şi în ceea ce priveşte modul de rezolvare a unor operaţii tehnologice. Dintre dezavantajele mai importante ale acestei tehnologii se pot enumera următoarele :

— Încercarea tubului finit se face pe stand (*15*), la presiunea hidraulică maximă, cînd stratul de protecţie (torcretul) nu a atins rezistenţa maximă şi în consecinţă torcretul microfisurează în majoritatea cazurilor la această probă.

— Instalaţia de apă sub presiune introdusă în fluxul tehnologic (*9*) nu asigură precomprimarea torcretului, deoarece în timpul întăririi mortarului, datorită contracţiei şi ulterior fluajului, se anulează în mare parte efectul de precomprimare prevăzut.

— Unele operaţii din fluxul tehnologic sînt nocive, ca, de exemplu : sablarea, torcretarea, rectificarea etc.

— Sînt unele operaţii tehnologice costisitoare şi care pot fi rezolvate într-un mod mai economic şi mai productiv, ca, de exemplu : armarea longitudinală, formarea mufei tubului etc.

— Tonajul ridicat al utilajelor, suprafeţele mari de construcţie necesare procesului tehnologic şi durata ciclului de fabricaţie pentru realizarea produsului finit sînt alte dezavantaje ale tehnologiei Premo.

V. CERCETĂRI ÎN VEDEREA ÎMBUNĂTĂŢIRII TEHNOLOGIEI PREMO

Necesarul de tuburi de presiune fiind de la an la an din ce în ce mai mare, atît pentru alimentările cu apă potabilă şi industrială, cît şi pentru irigarea terenurilor agricole, M.I.C. a hotărît să dezvolte producţia de tuburi de beton precomprimat, organizînd noi unităţi de fabricaţie. Faţă de această dezvoltare a fost necesar să se înfiinţeze un laborator uzinal care să se ocupe exclusiv de perfecționarea tehnologiei de fabricație a tuburilor de presiune din beton precomprimat.

Laboratorul uzinal a fost înființat în 1967 în cadrul fabricii de prefabricate ,,Progresul"— București și și-a început activitatea prin cercetarea căilor de îmbunătățire a actualei tehnologii Premo. Dintr-o analiză amănunțită a cauzelor care produc în procesul tehnologic Premo dezavantaje tehnice și economice mai importante s-a constatat că acestea se datoresc în parte modului de alcătuire a îmbinării tuburilor în conductă, cît și modului de rezolvare a unor operații tehnologice, ca, de exemplu : executarea mufei tubului, realizarea armăturii longitudinale, protecția armăturii transversale etc.

În privința îmbinării tuburilor Premo în conductă se constată că etanșarea se realizează cu un inel de cauciuc care se sprijină pe tubul-miez prin intermediul stratului de torcret (fig. 2 *a*). Acest mod de îmbinare prezintă dezavantajul că poate provoca apariția microfisurilor în stratul de protecție al armăturii transversale, fapt deosebit de grav, deoarece această defecțiune poate reduce durabilitatea tubului. Modificînd îmbinarea între tuburile Premo astfel ca inelul de cauciuc pentru etanșare să se sprijine direct pe tubul-miez (fig. 2 *b*) și nu prin intermediul stratului de torcret (fig. 2 *a*) se îmbunătățește calitatea tubului prin eliminarea posibilității de microfisurare a torcretului și în același timp se simplifică și tehnologia de fabricație.

În cazul tuburilor Premo s-a constatat că la proba hidraulică finală (fig. 1—poz. *15*) stratul de torcret prezintă în majoritatea cazurilor microfisuri, deoarece este solicitat la eforturi maxime de tensiune imediat ce tubul părăsește camera a III-a de tratament (fig. 1— poz. *11*), cînd torcretul are o vîrstă de cca 24 de ore, el nefiind suficient de întărit pentru această probă finală de recepție. Modificînd îmbinarea tuburilor (fig. 2 *b*), se poate elimina acest dezavantaj prin faptul că tubul-miez poate fi încercat la presiunea maximă înainte de a fi protejat cu torcret. De exemplu, unui tub fabricat pentru o conductă de 10 ats (presiunea de regim inclusiv lovitura de berbec) i se încearcă în fabrică, la 15 atmosfere, numai tubul-miez, iar pe șantier se reverifică la presiunea de 10 ats tubul finit, montat în conductă. În această situație, torcretul este solicitat la tensiune, cu ocazia reverificării conductei pe șantier la presiunea de 10 ats, după un interval lung de timp (minimum 10 săptămîni), perioadă în care torcretul s-a întărit suficient pentru a putea prelua eforturile de tensiune și nu așa cum se prevede în tehnologia Premo, unde stratul de torcret este supus la solicitări de tensiune maxime imediat ce tubul a părăsit camera a III-a de tratament termic, ca urmare a probei hidraulice la presiunea de 15 ats (fig. 1—poz. *15*)

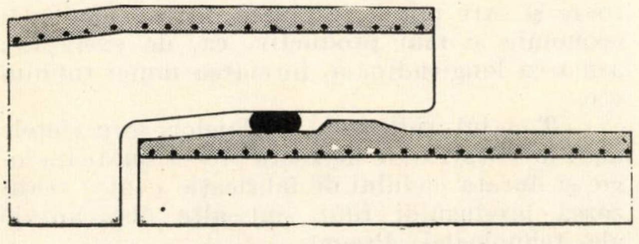
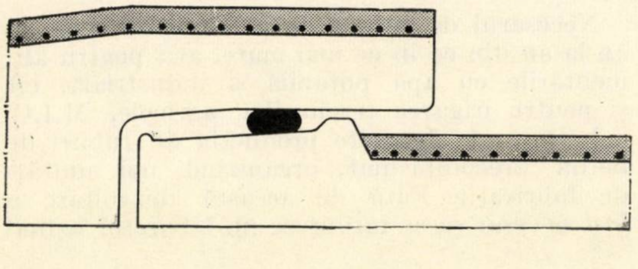


Fig. 2 *a* **– Detaliu de imbinare la tuburile Premo**

Fig. 2 *b* **– Detaliu de imbinare la tuburile imbunătățite**



Laboratorul uzinal în colaborare cu INCERC a efectuat o serie de cercetări și experimentări în vederea stabilirii modului de comportare a torcretului la probele de presiune, atît la tuburile Premo, cît și la cele cu îmbinare îmbunătățită.

Stabilirea regimului de microfisurare a stratului de torcret, cît și măsurătorile respective, s-au efectuat cu ajutorul tensiometrelor electrice și al microscopului (fig. 3 și 4).

La încercările efectuate asupra tuburilor executate cu îmbinarea modificată (fig. 2 *b*) s-a constatat că torcretul nu microfisurează la proba hidraulică de 15 ats, dacă această probă se face după un interval de cca 30 de zile de la torcretare, interval în care torcretul se întărește suficient pentru a putea prelua eforturile de tensiune care apar la această solicitare.

Concluziile care au rezultat din cercetările efectuate asupra tuburilor cu îmbinarea modificată— în ceea ce privește obținerea unui strat de torcret de calitate superioară, fără microfisuri— a determinat să se cerceteze eficiența pe care o prezintă instalația Premo de apă sub presiune pentru realizarea precomprimării stratului de torcret. Se știe că patentul Premo prevede ca, pe toată perioada aplicării și întăririi stratului de torcret, tuburile-miez să fie menținute la interior sub o presiune hidraulică constantă, care să asigure precomprimarea stratului de protecție o dată cu reducerea presiunii hidraulice din interiorul tubului. Observațiile făcute asupra tuburilor încercate pe stand la proba hidraulică au arătat că stratul de torcret prezintă microfisuri, cu toate că tuburile au fost fabricate cu ajutorul instalației de apă sub presiune.

Cercetările întreprinse de laboratorul uzinal în colaborare cu INCERC au demonstrat că această instalație nu-și atinge scopul, deoarece precomprimarea scontată asupra stratului de torcret este în cea mai mare parte anulată de contracția mare a cimentului din timpul întăririi

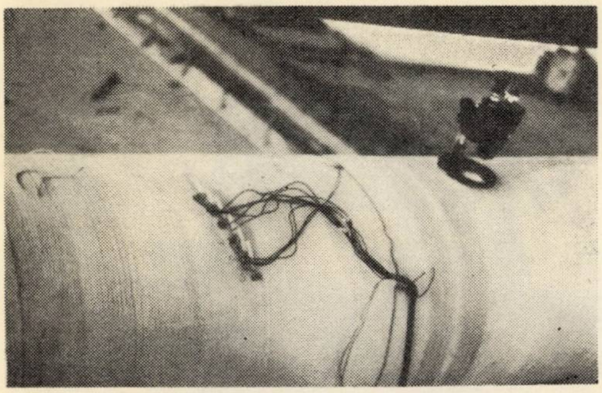


Fig. 3 – Determinarea caracteristicilor fisurilor s-a făcut cu ajutorul mărcilor tensiometrice electrorezistive și al microscopului

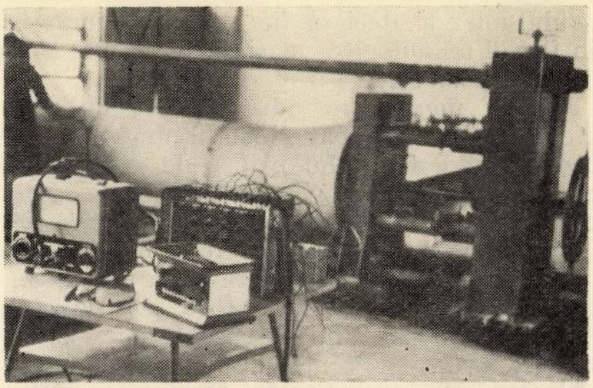


Fig. 4 – Citirea variației de rezistență a mărcilor lipite pe tubul supus probelor hidraulice s-a făcut cu o punte tensiometrică Philips

stratului de torcret și datorită fenomenului de fluaj în situația torcretului proaspăt.

La aceleași constatări au ajuns și unii cercetători străini din S.U.A., U.R.S.S. și R.D.G., care, în cadrul simpozionului F.I.P. care a avut loc la Madrid în 1968, au confirmat acest lucru.

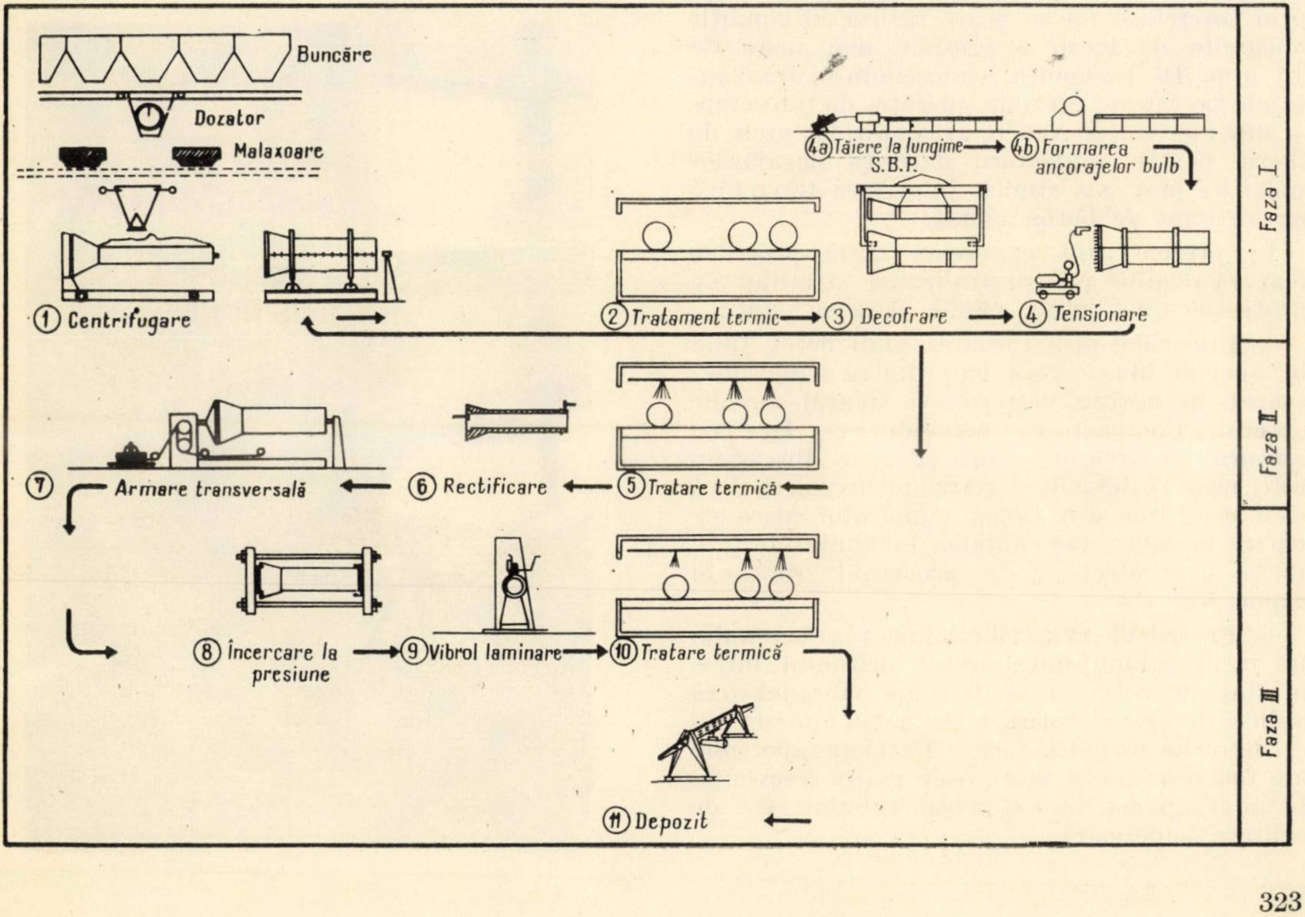
Ca urmare a modificării îmbinării tuburilor Premo (fig. 2), a eliminării instalației de apă sub presiune și a înlocuirii procedeului continuu de armare longitudinală Premo cu procedeul de tensionare fir cu fir cu ancoraje bulb de tip B.B.R.V.*, a rezultat și posibilitatea de a se simplifica tehnologia de fabricație a tuburilor. Schema procesului tehnologic simplificat și în același timp îmbunătățit față de procedeul Premo este prezentată în figura 5. În această schemă tehnologică s-au introdus și următoarele elemente noi față de tehnologia clasică suedeză :

— stratul de protecție a armăturii transversale să se realizeze prin vibrolaminare în loc de torcretare;

— utilizarea unei soluții speciale de ungere a tiparelor care, fiind perfect solubilă în apă, să permită eliminarea operației de sablare a tubului-miez;

— tiparele metalice ale tubului-miez, prevăzute cu flanșe speciale la capăt, să permită realizarea mufei tubului direct din centrifugarea

Fig. 5 – Schema tehnologică imbunătățită pentru fabricarea tuburilor de presiune de beton precomprimat



Buncăre
Dozator
Malaxoare
① Centrifugare
② Tratament termic
③ Decofrare
④ Tensionare
(4a) Tăiere la lungime S.B.P.
(4b) Formarea ancorajelor bulb
⑤ Tratare termică
⑥ Rectificare
⑦ Armare transversală
⑧ Încercare la presiune
⑨ Vibrol laminare
⑩ Tratare termică
⑪ Depozit
Faza I
Faza II
Faza III

---

* Procedeul de tensionare B.B.R.V. a fost prezentat detaliat in cadrul articolului ca același titlu care a apărut in Revista construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 2, 1969.

tubului-miez și deci să fie posibilă eliminarea din fluxul tehnologic a mașinii de format mufe (fig. 1 — poz. 2).

Fiecare modificare adusă procesului tehnologic Premo a făcut obiectul unei cercetări în cadrul laboratorului uzinal de la „Progresul", iar pe baza rezultatelor obținute la experimentările efectuate, procedeul a fost omologat pentru a putea fi introdus în fabricație. Dintre temele de cercetare care au prezentat dificultăți deosebite a fost și rezolvarea îmbunătățirii stratului de protecție al armăturii transversale.

Stratul de protecție de mortar torcretat, utilizat de tehnologia Premo, prezintă o serie de dezavantaje, dintre care cele mai importante sînt următoarele :

— în timpul aplicării mortarului se degajează importante cantități de praf, care sînt nocive pentru muncitorii torcretiști ;

— pierderile de material din timpul operației de torcretare sînt foarte mari, circa 50 % din materialul folosit la realizarea stratului de protecție pierzîndu-se prin ricoșare ;

— nu se poate executa prin torcretare un strat de protecție mai gros de 15 mm ;

— calitatea torcretului este în mare măsură dependentă de îndemînarea și conștiinciozitatea muncitorului torcretist.

Din literatura de specialitate se știe că se poate obține o protecție eficientă a armăturii transversale a tuburilor cînd betonul are grosimea de minimum 20 mm, recomandîndu-se ca optimă acoperirea de 24 mm. În general, prin torcretare nu se poate realiza în condiții obișnuite de lucru o grosime mai mare de 15 mm. De asemenea, cunoscîndu-se dezavantajele pe care le prezintă operația de torcretare și din punctul de vedere al condițiilor grele de lucru pentru muncitori, datorită degajărilor mari de praf, s-a studiat înlocuirea torcretării cu un strat de beton vibrat.

În prezent sînt cunoscute două procedee mai răspîndite pentru realizarea stratului de protecție din beton vibrat. Acestea sînt :

— Procedeul prin turnarea unui beton fluid în spațiul liber (2—3 cm) dintre tubul-miez așezat în poziție verticală și tiparul metalic exterior. Compactarea betonului se face cu ajutorul vibratoarelor fixate pe tipar. Procedeul este ușor realizabil, dar are inconvenientul că este costisitor din cauza numărului mare de tipare metalice, iar calitatea betonului de protecție este afectată de procentul ridicat al raportului a/c.

— Procedeul prin vibrolaminarea betonului în jurul tubului-miez așezat orizontal într-o mașină de rotit tubul. O lamă vibrantă fixă aplică în timpul rotirii lente a tubului stratul de beton de grosimea dorită. Datorită raportului a/c foarte redus și vibrării de înaltă frecvență, betonul aplicat la exteriorul tubului este de calitate superioară.

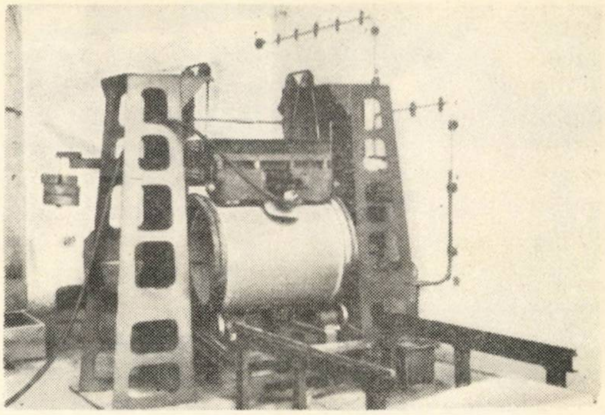


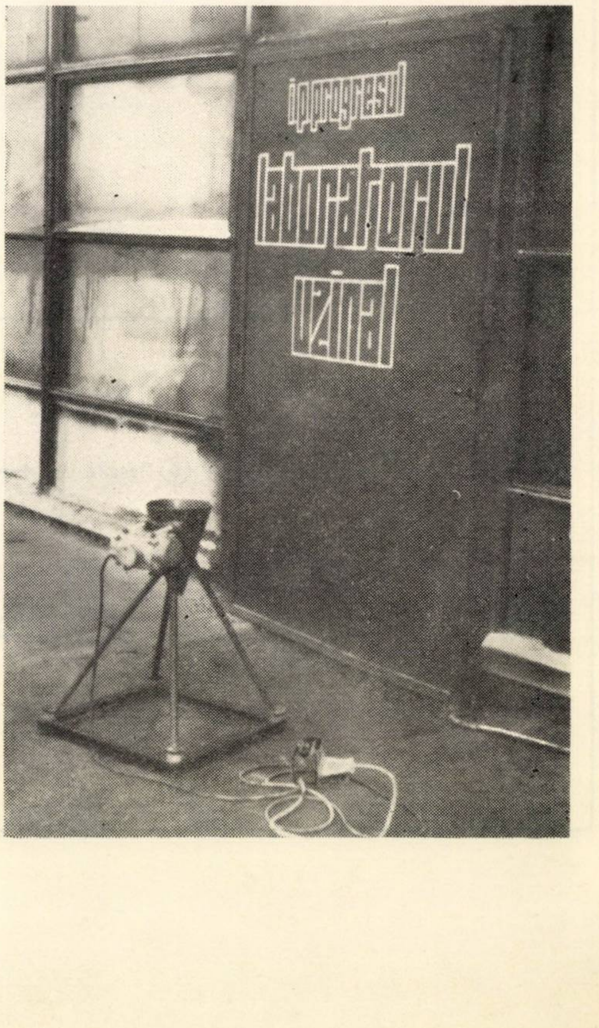
Fig. 6 — Instalație de laborator pentru experimentarea vibrolaminării betonului la un tronson de tub de 1,0 m lungime

După o altă variantă a procedeului de vibrolaminare, tubul este așezat în poziție verticală fixă, iar lama vibrantă este mobilă și de formă circulară. Acest procedeu are inconvenientul că se limitează numai la tuburile de formă cilindrică, fără mufă.

Din cele două procedee utilizate pentru protecția armăturii transversale, vibrolaminarea betonului apare mai economică și în același timp superioară din punct de vedere calitativ.

Rezolvarea tehnologiei de vibrolaminare și realizarea utilajului respectiv sînt probleme care necesită studii, cercetări și experimentări de durată.

Fig. 7 — Aparat pentru determinarea consistenței betonului cu ajutorul vibrațiilor de inaltă frecvență



În prima etapă a experimentărilor a fost concepută și executată o mașină de vibrolaminat betonul pentru un tronson de tub de 1,0 m lungime (fig. 6). În cadrul experimentărilor efectuate s-a putut determina granulometria cea mai indicată pentru această tehnologie, fluiditatea necesară betonului (care a putut fi stabilită cu ajutorul unui consistometru cu vibrații de înaltă frecvență construit special pentru acest scop de laboratorul uzinal; fig. 7), viteza de rotire a tubului în timpul vibrolaminării, forma lamei vibrolaminorului, tipurile cele mai indicate de vibratoare de înaltă frecvență necesare acestui procedeu etc.

Pe baza rezultatelor obținute pe modelul redus s-a trecut la etapa a II-a a experimentării, cînd a fost proiectată și executată în colaborare cu I.A.U.P.S. o mașină pentru vibrolaminat betonul pentru un tub de 5,0 m lungime (fig. 8). În această etapă s-a urmărit în special să se soluționeze sincronizarea celor cinci vibratoare de înaltă frecvență cu care este echipată lama vibrolaminorului și să se rezolve mecanizarea operațiilor principale ale procesului tehnologic.

Experimentările efectuate au arătat că rezultatele cele mai bune se pot obține folosind o granulometrie discontinuă, cu un dozaj de ciment mai redus față de procedeul prin torcretare și utilizînd vibratoare de înaltă frecvență (9 000 rot/min).

Corelarea cantității de apă, a părților fine din amestecul de beton, cît și viteza de rotație a tubului sînt elementele importante care, atunci cînd mașina este corect reglată, asigură reușita operației de vibrolaminare.

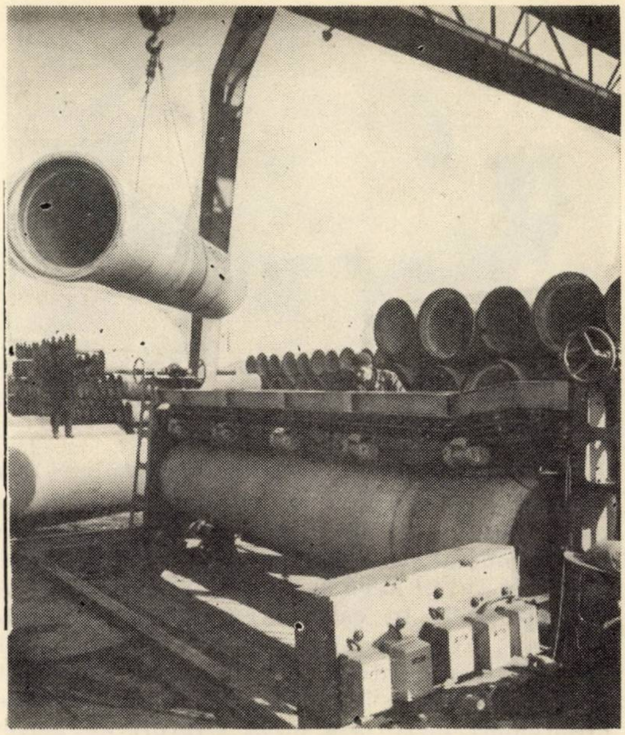


Fig. 8 – Instalație experimentală pentru protejarea armăturii transversale la tuburi prin procedeul vibrolaminării betonului

În vederea stabilirii calității acestui procedeu de protecție a armăturii transversale, comparativ cu cel prin torcretare, s-au făcut o serie de experimentări în ceea ce privește compactitatea betonului și aderența față de tubul-miez.

Măsurătorile efectuate pentru stabilirea procentului de porozitate conform normelor olandeze au arătat că la probele luate din betonul vibrolaminat, procentul variază între 5,8 și 6,2, iar pentru mortarul torcretat procentul variază între 7,1 și 14,2.

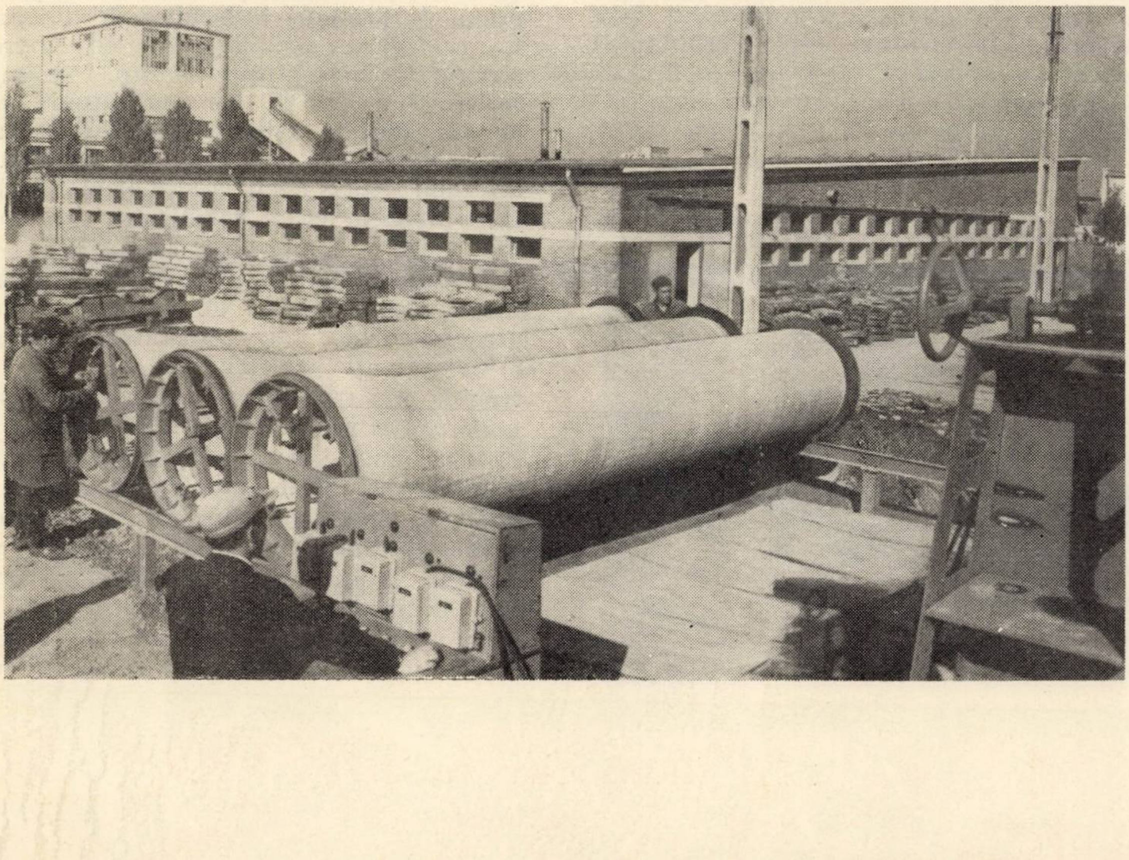


Fig. 9 – Tuburi de presiune de beton precomprimat cu protecția de beton vibrolaminat

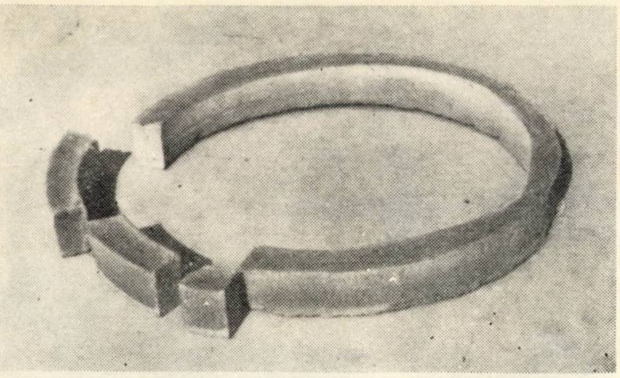
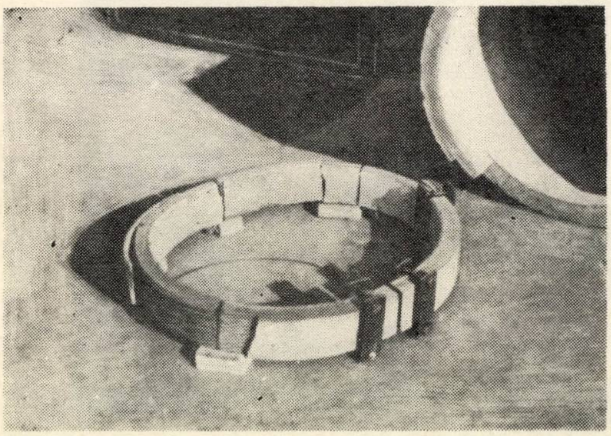


Fig. 10 – Inelul extras dintr-un tub cu protecția de beton vibrolaminat se poate secționa în bucăți fără ca cele două straturi de beton să se separe

Secționînd transversal, inelar, tuburi cu protecția executată cu mortar torcretat și tuburi protejate cu beton vibrolaminat s-a putut constata că există o conlucrare mai intimă între tubul-miez și stratul de beton vibrolaminat decît în cazul stratului din torcret. În figura 10 se poate observa că inelul tăiat din tubul cu protecție de beton vibrolaminat se poate secționa în bucăți fără să se constate desprinderi între cele două straturi de beton (tub-miez centrifugat și strat de beton vibrolaminat) sau alunecări ale armăturii transversale tensionate. Aceasta se explică și prin faptul că armătura transversală, fiind secționată, este menținută sub tensiunea inițială datorită bunei aderențe ce există față de betonul vibrolaminat care înglobează întreaga suprafață a armăturii în masa betonului, conlucrînd astfel în condiții optime și precomprimînd în această nouă situație stratul de beton vibrolaminat.

În cazul inelelor tăiate din tuburile protejate cu mortar torcretat s-a constatat, așa cum se observă și în figura 11, că nu există o legătură intimă între cele două straturi, desprinderea făcîndu-se cu șoc, în momentul secționării inelului. Lipsa de aderență a torcretului față de armătura transversală se explică prin faptul că mortarul se aplică în stare uscată, fără ca laptele de ciment să îmbrace armătura transversală la fel de intim ca în cazul unui beton vibrat.

Fig. 11 – Inel extras dintr-un tub cu protecție de mortar torcretat. La secționarea inelului ,cele două straturi se desprind cu șoc



VI. CONCLUZII

Cercetările și experimentările efectuate pînă în prezent asupra îmbunătățirilor calitative ale tuburilor de presiune de beton precomprimat, cît și a tehnologiei de fabricație, au dus, în afara obținerii unor indicatori tehnico-economici superiori, și la importante economii la valoarea de investiție. Astfel, la o fabrică de tuburi de presiune de beton precomprimat—formată din două linii tehnologice — se pot realiza următoarele reduceri :

— suprafața de construcție a liniilor tehnologice se reduce cu cca 20%;

— valoarea totală a utilajelor specifice liniilor de fabricație se reduce cu circa 30%;

— valoarea utilajelor procurate din import se reduce cu circa 50%.

Avantajele de mai sus au determinat Ministerul Industriei Construcțiilor să execute, la întreprinderea de prefabricate din Roman, o linie tehnologică cu caracter experimental cu scopul de a se verifica și definitiva noua tehnologie de fabricație pentru viitoarele fabrici de tuburi.

Ritmul în care se produc astăzi la noi tuburile de presiune de beton precomprimat situează acest produs ca pe unul dintre cele mai importante ale industriei de prefabricate din țara noastră. În afara faptului că producția de tuburi s-a dezvoltat mult și este organizată pe linii tehnologice specializate, elementul în sine necesită în procesul de fabricație o tehnicitate deosebită, comparat cu alte produse de beton precomprimat. Astfel, betonului i se pretind calități suplimentare de impermeabilitate, care se verifică la fiecare tub fabricat. De exemplu, se impune unui tub Ø 600 mm — care are grosimea peretelui de beton de numai 3 cm — să fie impermeabil pe întreaga suprafață, la proba de presiune hidraulică de 25 atmosfere. De asemenea, aceluiași element, îngropat în terenuri cu agresivități diferite, i se impune să reziste în condiții corespunzătoare cca 100 de ani, fără să solicite lucrări de întreținere, cu toate că protecția armăturii transversale este mai redusă decît la alte elemente de beton precomprimat ce se construiesc deasupra solului.

În fața acestor condiții grele pe care le pretindem unui produs de mare serie de beton precomprimat, noi, cercetătorii, proiectanții, fabricanții și constructorii de pe șantiere trebuie să acordăm toată atenția cuvenită importanței pe care o prezintă. Sîntem obligați să analizăm și să tratăm cu atenția necesară orice îmbunătățire, cît de mică ar fi ea, dacă această poate să sporească durabilitatea tubului de beton precomprimat. De asemenea, orice îmbunătățire a procesului tehnologic de fabricație, atît în privința măririi productivității muncii, cît și a îmbunătățirii normelor de tehnica securității muncii, trebuie să ne preocupe continuu.

ORSZÁGOS MŰSZAKI DOKUMENTÁCIÓS
1943

Unele precizări privind aplicarea ,,metodei grafice" (,,diagrama de pretensionare") la stabilirea alungirii de control corespunzătoare forţei de precomprimare

Ing. V. Dascălu

M.I.C. – D.G.C.M. – I. 4 C. M. IAŞI

În lucrarea [1] s-au evidenţiat o serie de factori ce influenţează precizia cu care trebuie controlată realizarea forţei de precomprimare.

Unii din factori duc la stabilirea eronată a valorii alungirii armăturii pretensionate, dacă prelucrarea datelor din măsurători directe se face numai prin calculele prevăzute în fişa de pretensionare.

Din aceste considerente şi pentru creşterea preciziei în controlul efortului unitar (σ_k) realizat în armătura pretensionată s-a propus construirea pe hîrtie milimetrică a ,,diagramei de pretensionare" prin care să fie verificată proporţionalitatea efort-alungire. Apoi, pe această diagramă să se interpreteze şi să se stabilească valoarea alungirii armăturii corespunzătoare forţei de precomprimare realizate.

Întrucît se întîlnesc frecvent situaţii în care datele obţinute din măsurători directe făcute în timpul comprimării nu îndeplinesc proporţionalitatea efort-alungire, iar fişele de pretensionare în forma cunoscută nu conţin toate datele necesare construirii ,,diagramei de pretensionare", se consideră oportun a se prezenta cazurile tipice şi frecvente care impun aplicarea metodei grafice.

Lipsa unor verificări de control la pretensionare lasă posibilitatea personalului care conduce operaţiile de precomprimare să interpreteze diferit ,,valoarea alungirii reale" şi prin aceasta corespondenţa presiune — efort — alungire, respectiv momentul realizării forţei de precomprimare.

Stabilirea mărimii alungirii reale a armăturii pretensionate, a corespondenţei acesteia cu efortul unitar de control şi încadrarea valorii obţinute în limitele de toleranţe impuse de normele din R.S.R. pot fi făcute cu precizia necesară, prin trasarea ,,diagramei de pretensionare" şi în următoarele situaţii cînd :

a) Presiunea reală de reper este diferită de presiunea la care s-a trasat reperul pe sîrme (1) (fig. 1 a, b, c, d)

Aceste cazuri sînt datorate în principal :

— utilizării unor manometre care au limita superioară mai mare de 1,5 ori presiunea de control ;

— alegerii primei trepte de presiune (a presiunii de reper) la valori ce reprezintă doar 8—12% din limita superioară de măsurare a manometrului ;

— întrebuinţării, uneori, a unor manometre cu clasă de precizie inferioară ;

— variaţiei accentuate a frecărilor în unele prese invers proporţional cu creşterea presiunii ;

— erorilor de citire la măsurare, de trasare a reperului sau neînregistrării valorii exacte a presiunii la manometru la trasarea reperului etc.

Diferenţele medii se ridică la valori de circa 9—10%, iar cele extreme pînă la 20—25%.

b) Alungirea măsurată înregistrează o creştere bruscă în urma cedării resortului central al fasciculului (fig. 1 b)

La fascicule puternice (30—48 Ø 5 mm) şi trasee frînte, la o anumită presiune (forţă în fascicul), resortul central cedează în zonele de curbură sau deflectare şi la presă se înregistrează o valoare sporită a alungirii armăturii, care nu este proporţională cu efortul din fascicul.

c) Au loc lunecări ale sîrmelor în ancorajul de inventar al preselor (fig. 1 c)

Pentru depistarea acestor cazuri se impune trasarea unor reperi pe sîrme după ,,clavetarea" sîrmelor în presă şi măsurarea lunecărilor la fiecare treaptă de presiune la care se înregistrează şi alungirea armăturii pretensionate. Pe acest considerent s-au introdus în fişa de pretensionare şi aceste lunecări.

d) Se înregistrează valori neconcludente ale diferenţelor de alungiri la unele trepte intermediare (fig. 1 d)

În general, dacă nu s-au produs unele defecţiuni la utilaj sau în elementul ce se precomprimă, acest caz se întîlneşte cînd s-a făcut o măsurătoare sau înregistrare greşită a valorii alungirii armăturii pretensionate la treapta respectivă.

★

Pentru trasarea ,,diagramei de pretensionare" sînt necesare diferenţele de alungire cumulate, atît brute — din măsurători directe — cît şi corectate.

Fişele de pretensionare prezentate, corespunzătoare primelor 3 cazuri, conţin toate datele necesare pentru stabilirea, verificarea şi interpretarea valorii alungirii armăturii prin metoda analitică sau metoda grafică de control al proporţionalităţii efort-alungire.

Trasarea ,,diagramei de pretensionare" simultan cu întocmirea ,,fişei de pretensionare", în timpul precomprimării, şi blocarea fasciculelor în ancoraje numai după stabilirea valorii reale a alungirii armăturii pe baza verificării grafice permit sporirea evidentă a preciziei cu care se controlează introducerea eforturilor iniţiale prin precomprimare în elementele de construcţii şi reducerea riscurilor ce ar decurge dintr-un control insuficient de sigur.

Bibliografie

[1] Dascălu V. : *Consideraţii privind stabilirea efortului de control în armătura postîntinsă*. Revista construcţiilor şi materialelor de construcţii. nr. 7/1968.

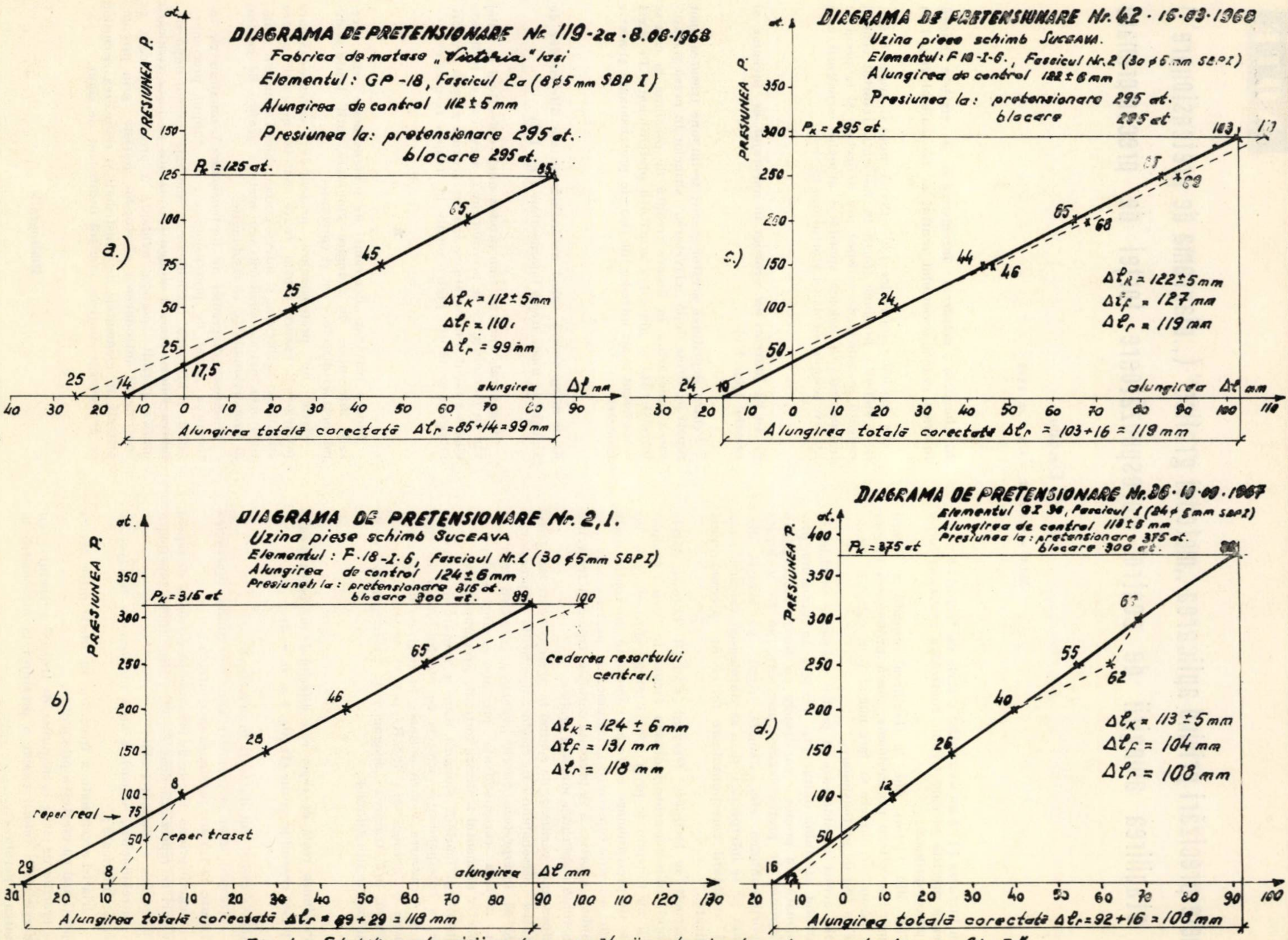


Fig. 1. Stabilirea alungirii reale a armăturii pretensionate prin „metoda grafică"

Fișa de pretensionare nr. 119 2 a

Întreprinderea executantă: Intreprinderea nr. 4 construcții-montaj Iași

Șantierul: fabrica de mătase ,,Victoria" Iași	Punctul de lucru: Hală finisaj	Data: 8.08.1967 Temperatura: 26°C
Elementul: grindă canal G. P. 119 Rezistența betonului la precomprimare: 400 kgf/cm^2 Fascicul nr. : 2 a Tipul fasciculului: 8 ∅ 5 mm SBP I	Tipul presei: Freyssinet Lungimea între repere: 17,77 m Alungirea prevăzută: 112±5 mm Intrarea maximă admisibilă a sîrmelor în ancoraj: 3 mm	Presiunea la: – pretensionare 125 at – blocare 125 at

Presiunea at	Efortul real la presă tf	Citiri brute capăt		Lunecări sîrme capăt		Diferențe capăt		Total capăt	diferențe cumulate	Alungiri totale mm
		1 mm	2 mm	1 mm	2 mm	1 mm	2 mm	1+2 mm	1+2 mm	
25	3 770	—	—	—	—	—	—	—	—	25
50	7 540	25	—	—	—	25	—	25	25	50
75	11 310	45	—	—	—	20	—	20	65	70
100	15 080	65	—	—	—	20	—	20	85	90
125	18 850	85	—	—	—	20	—	20	105	110

Intrarea sîrmelor în ancoraj		Capăt 1 mm	Capăt 2 mm
Poziția reperului	— după blocare:	410	—
	— după transfer:	407	—
Diferență		3	
Surtarea sîrmelor între repere și ancoraje: 1,5 mm			
Intrarea sîrmelor în ancoraje 1,5 mm			

Observații:

Nu s-au produs lunecări ale sîrmelor în penele presei sau scăpări ale sîrmelor după blocare.

ȘEF ECHIPĂ　　INGINER RESPONSABIL　　DIRIGINTE

Fișa de pretensionare nr. 2.1

Intreprinderea executantă: Intreprinderea nr. 4 construcții montaj Iași

Șantierul: Uzina piese schimb Suceava	Punctul de lucru: Hală turnătorie	Data: 18.03.1967 Temperatura:
Elementul: F. 18 I. 6, Nr. 2. Rezistența betonului la precomprimare: 400 kgf/cm^2 Fascicul nr. 1 Tipul fasciculului: 30 ∅ 5 mm SBP I	Tipul presei: INCERC 120 Lungimea între repere: 19,70 m Alungirea prevăzută: 124 ± 6 mm Intrarea maximă admisibilă a sîrmelor în ancoraj: 5 mm	Presiunea la: – pretensionare 315 at – blocare 300 at

Presiunea at	Efortul real la presă tf	Citiri brute capăt		Lunecări sîrme capăt		Diferențe capăt		Total capăt	diferențe cumulate	Alungiri totale mm
		1 mm	2 mm	1 mm	2 mm	1 mm	2 mm	1+2 mm	1+2 mm	
50		68	1	—	—	—	—	—	—	8
100		72	16	—	—	4	4	8	8	16
150		84	24	—	—	12	8	20	28	36
200		94	32	—	—	10	8	18	46	54
250		106	39	—	—	12	7	19	65	73
315		122	58	—	—	16	19	35	100	108 mm

Intrarea sîrmelor în ancoraj		Capăt 1 mm	Capăt 2 mm
Poziția reperului	— după blocare:	122	51
	— după transfer:	114	43
Diferență			8
Scurtarea sîrmelor între repere și ancoraje:		3	3
Intrarea sîrmelor în ancoraje		5	5

Observații:

Nu s-au observat lunecări ale sîrmelor în ancorajul presei. La 250 at s-a produs o alungire bruscă la capătul 2 (a cedat resortul)

ȘEF ECHIPĂ　　INGINER RESPONSABIL　　DIRIGINTE

Fișa de pretensionare nr. 4.2

Intreprinderea executantă : Intreprinderea nr. 4 construcții-montaj Iași

Șantierul : **Uzina piese schimb Suceava**	Punctul de lucru : Hala turnătorie	Data : 15.03.1968 Temperatura :
Elementul : F. 18. I. 6, nr. 4 **Rezistența betonului la precomprimare : 400 kgf/cm²** **Fascicul nr. 2** **Tipul fasciculului : 30 ∅ 5 mm SBP I**	Tipul presei : INCERC 120 Lungimea între repere : 19,70 m Alungirea prevăzută : 122 ± 6 mm Intrarea maximă admisibilă a sîrmelor în ancoraj : 5 mm	Presiunea la : – pretensionare 295 at – blocare 295 at

Presiunea at	Efortul real la presă tf	Citiri brute capăt		Lunecări sîrme capăt		Diferențe capăt		Total capăt	diferențe cumulate	Alungiri totale mm
		1 mm	2 mm	1 mm	2 mm	1 mm	2 mm	1+2 mm	1+2 mm	
50		22	30	—	—	—	—	—	—	24
100		37	39	—	—	15	9	24	24	48
150		52	46	1	1	15	7	22	46 (44)	70
200		66	54	1	2	14	8	22	68 (65)	92
250		79	62	2	2	13	8	21	89 (85)	113
295		93	69	3	4	14	7	21	110 (103)	134
				−7						−7=127 mm
										127 mm

Intrarea sîrmelor în ancoraj		Capăt 1 mm	Capăt 2 mm
Poziția reperului	— după blocare :	94	69
	— după transfer :	86	61
Diferență		8	8
Scurtarea sîrmelor între repere și ancoraje :		3	3
Intrarea sîrmelor în ancoraje :		5	5

Observații :

Au avut loc lunecări ale sîrmelor în ancorajul preselor. Valorile corectate se dau în paranteze (...)

ȘEF ECHIPĂ INGINER RESPONSABIL DIRIGINTE

CRONICA

Probleme actuale privitoare la betonul precomprimat în discuția simpozioanelor F. I. P. de la Madrid (I)

Ing. Leonida Löbel

INCERC

În iunie 1968, Federația Internațională a Precomprimării (F.I.P.) a organizat la Institutul Eduardo Torroja de la construction del cemento din Madrid două simpozioane cu temele : ,,Elemente de beton precomprimate realizate în producție de masă" și ,,Oțeluri pentru beton precomprimat".

Rolul acestor simpozioane a fost prezentat de prof. Franco Levi, care a arătat că intervalul de patru ani dintre două congrese F.I.P. a devenit prea mare pentru specialiștii dintr-un anumit domeniu, care doresc să se întîlnească mai des, pentru a schimba idei și experiență ; cele două simpozioane au avut menirea de a oferi această posibilitate.

La simpozioane a luat parte un număr de peste 220 de delegații din 30 de țări, din țara noastră fiind prezenți — în afara subsemnatului (din partea C.S.C.A.S.) — ing. M. Halmagiu (M.I.C.), ing. Costin Georgian și ing. C. Miha (M.C.F.).

Simpozioanele, în cadrul cărora au fost prezentate numai rapoarte generale pe teme, au fost deschise oficial de don Jaime Nadal, directorul Institutului Torroja.

În cele ce urmează prezentăm problemele cuprinse în rapoartele generale și discutate în cadrul primului simpozion ; în numerele viitoare va fi prezentat și simpozionul ,,Oțeluri pentru beton precomprimat".

ELEMENTE DE BETON PRECOMPRIMAT REALIZATE ÎN PRODUCŢIE DE MASĂ

În cadrul acestui simpozion au fost prezentate patru rapoarte generale cu temele: piloţi, tuburi, stîlpi şi traverse de beton precomprimat.

PILOŢI DE BETON PRECOMPRIMAT — raportor general B.C. Gerwick jr. (S.U.A.)

Importanţa deosebită a acestei teme este dovedită de faptul că, anual, se produc în lume aproximativ 57 milioane de metri de piloţi prefabricaţi din beton, piloţi care sînt utilizaţi astăzi din ce în ce mai mult în domenii şi în scopuri tot mai variate, ca urmare a recunoaşterii economicităţii lor, precum şi a proprietăţilor şi performanţelor lor tehnice.

Astfel, piloţi cu diametrul pînă la 4,0 m sau cu lungimi pînă la 70 m au fost utilizaţi la: structuri pentru pereţi de cheiuri, stîlpi pentru structuri multietajate, elemente constructive ale pilelor pentru poduri — rezistînd şi la loviturile navelor — elemente care preiau eforturi de întindere sau încărcări dinamice etc.

Raportul analizează diversele aspecte ale problemei: calcul, tehnologie de fabricaţie, tehnica de introducere în teren, aspecte economice.

În ceea ce priveşte calculul piloţilor se subliniază că piloţii de beton precomprimat sînt proiectaţi pentru a suporta încărcările cu caracter permanent, fiind apoi verificaţi la solicitările de încovoiere care apar, fie în timpul transportului sau al manipulărilor, fie datorită încărcărilor mai puţin frecvente ca, de exemplu, cele datorite acţiunii vîntului sau cutremurului. Pentru stabilirea încărcărilor admise s-a considerat absolut necesară colaborarea strînsă cu inginerii geotehnicieni.

Se prezintă indicaţii şi relaţii de calcul pentru coloane scurte şi lungi încărcate centric, pentru capacitatea portantă la momente încovoietoare sau la solicitări combinate (forţă centrică şi momente încovoietoare), precum şi pentru solicitările care apar în timpul introducerii piloţilor în teren.

Întrucît eforturile de întindere care apar în timpul introducerii în teren pot avea un efect considerabil asupra comportării piloţilor, s-a considerat că trebuie prevăzut un procent minim de 0,5% pentru armătura pretensionată avînd o rezistenţă de 15 000 kg/cm^2. De asemenea, se consideră că trebuie recomandată o cantitate minimă de frete elicoidale pentru diversele tipuri de piloţi, pentru cei cilindrici recomandîndu-se 0,3—0,4%. Pentru piloţii cu gol central şi cu secţiune variabilă se recomandă ca variaţia secţiunii să se facă gradat (cu racordări circulare), prevăzîndu-se în aceste zone o armătură suplimentară de oţel moale, în sens longitudinal şi circumferenţial.

În ceea ce priveşte execuţia piloţilor, se descriu trei procedee de fabricaţie:

1. Metoda de execuţie pe standuri lungi, cu armătură preîntinsă, prin care se realizează piloţi cu lungimi pînă la 65 m, cu sau fără gol central, cu diferite forme ale secţiunii transversale, atingînd diametre pînă la 1,3 m. În acest procedeu se utilizează fie tipare fixe, fie tipare alunecătoare şi extrudere.

Pentru realizarea golului interior se aminteşte şi procedeul englez — în care ,,cofrajul'' golului este realizat prin înfăşurarea cu hîrtie a unui fascicul recuperabil de armături pretensionate — precum şi procedeul utilizat în Malaya şi Fiji pentru piloţi cu diametrul mare, în care armăturile pretensionate sînt trecute prin golurile unor inele prefabricate dispuse la distanţe de 3,0 m, inele care se înglobează apoi în betonul din piloţi.

În ceea ce priveşte tratamentul termic recomandat se remarcă cîteva prevederi:

— ridicarea temperaturii (la 65°C), ca şi coborîrea ei (pînă la 20°C peste temperatura mediului ambiant) se face cu o viteză de 1/2 °C/minut;

— aşteptarea (după turnare, înainte de începerea încălzirii) este de trei-patru ore, iar izoterma de zece ore;

— transferul efortului de precomprimare se face după izotermă, dar înainte de a se proceda la scăderea temperaturii;

— necesitatea unei umeziri (sau protecţii împotriva uscării) în depozit timp de două-trei ore după decofrare, cînd betonul este încă mai cald decît mediul înconjurător.

2. Piloţi executaţi din segmente, de obicei cu secţiune circulară, realizate prin centrifugare şi asamblate — după lipirea rosturilor cu o răşină pe bază de epoxi — cu ajutorul unor armături postîntinse.

În cazul unor diametre mari (pînă la 4 m), segmentele au fost executate şi prin turnare pe verticală.

3. Piloţi executaţi prin centrifugare (cu o viteză periferică pînă la 350 m/min), cu armătură preîntinsă în prealabil, ancorată pe tipar, metodă utilizată de preferinţă în Japonia.

Unele întreprinderi care execută piloţi prin acest procedeu folosesc un tratament termic la 65°C timp de 12—24 h, urmat de menţinere în apă timp de trei zile.

După diversele procedee utilizate pentru introducerea în teren a piloţilor, se prezintă unele rezultate ale teoriei denumite a ,,undei de efort'' (*stress-wave*), prin care se poate explica apariţia — în unele cazuri — a fisurilor orizontale în treimea superioară a piloţilor, în timpul baterii lor în pămînt.

Se arată, astfel, că la piloţii de beton greu, lungi de 16 pînă la 50 m, pot apărea eforturi de compresiune de 70 pînă la 240 kg/cm^2 şi chiar 300 kg/cm^2, în timp ce — în funcţie de natura terenului — eforturile de întindere pot atinge valori de cca 50% din cele de compresiune.

În cazul unor piloţi de beton uşor, eforturile datorite şocului sînt reduse cu 18—22%.

Din punct de vedere economic se subliniază în special:

— piloţii de beton precomprimat au un consum de oţel egal cu aproximativ 1/6 din cel necesitat de piloţii de beton armat;

— în comparaţie cu piloţii metalici şi de lemn, piloţii de beton necesită — în cele mai multe tipuri de terenuri de fundaţie — o lungime mai mică pentru a asigura preluarea încărcărilor;

— din comparaţia procedeelor de execuţie prezentate rezultă că cel mai economic sistem din punctul de vedere al consumului de ore-manoperă este execuţia pe stand în tipare fixe.

Utilizarea betonului precomprimat pentru execuţia palplanşelor oferă mai puţine avantaje economice datorită faptului că aceste elemente sînt solicitate de obicei de momente încovoietoare în ambele sensuri şi ţinînd seamă de necesitatea respectării condiţiilor impuse pentru eforturile maxime de întindere (zero sau 1/2 R_t). După studii recente, s-ar părea că — la o aceeaşi capacitate portantă la momente încovoietoare — costul palplanşelor de beton precomprimat este cu cca 10% mai mare decît al palplanşelor metalice nevopsite şi cu cca 5% mai redus decît costul aceloraşi palplanşe, dar vopsite ca protecţie împotriva coroziunii.

În ultimul timp, piloţii de beton precomprimat sînt utilizaţi foarte mult la diguri, cheiuri şi debarcadere (Kuweit, Singapore, Los Angeles) şi ca piloţi de protecţie la pilele marilor poduri (California).

După ce se prezintă sistemele utilizate în ultimul timp pentru înnădirea cît mai simplă a piloţilor, chiar în timpul introducerii în teren, se trec în revistă principalele cauze de avarii şi remediile recomandate pentru evitarea lor, respectiv:

— fisuri orizontale în timpul baterii în teren;

— fisuri înclinate, cu desprinderea unei suprafeţe extinse;

— despicare verticală a piloţilor cilindrici sau cu gol central în timpul introducerii în teren;

— fisurarea verticală a piloţilor cilindrici după introducerea în teren;

— distrugerea piloţilor de protecţie datorită acţiunii gheţii;

— distrugerea excesivă a capului pilotului în timpul baterii;

— distrugerea în timpul exploatării a muchiilor piloţilor de beton precomprimat, sub nivelul apei;

— apariţia fisurilor verticale fine în mijlocul feţelor laterale ale piloţilor masivi;

— apariţia fisurilor fine la suprafaţa superioară în dreptul punctelor de ridicare, la manipulare.

În legătură cu durabilitatea piloţilor de beton precomprimat se scoate în evidenţă importanţa următorilor factori:

— o suficient de mare acoperire cu beton a armăturilor;

— beton neporos;

— dozaj corespunzător de ciment;

— agregate care să nu intre în reacţie cu factorii externi;

— menţinerea unui nivel ridicat de eforturi de compresiune (prin precomprimare).

Studii recente au arătat că betonul cu aer inclus (8—10%) oferă o mai bună protecţie anticorosivă. De asemenea, a reieşit că fisurile fine — care se închid sub efectul precomprimării — nu influenţează durabilitatea elementelor de beton precomprimat.

După ce se arată principalele direcţii în care trebuie îndreptată atenţia cercetării în problema piloţilor de beton precomprimat, raportul prezintă o bogată bibliografie (peste 50 de titluri).

În timpul discuţiilor care au urmat după prezentarea raportului general s-a arătat un deosebit interes în legătură cu tipul şi mărimea ciocanului ce trebuie utilizat pentru baterea piloţilor.

Unii vorbitori au fost de părere că pentru piloţi mai scurţi de 30 m, tipul şi mărimea ciocanului trebuie indicate de proiectant. S-a arătat, de asemenea, că tehnica acestor ciocane nu a fost dezvoltată satisfăcător pentru piloţii de mari dimensiuni, care ajung astăzi la o greutate de 20 pînă la 40 t pentru încărcări capabile de 1 000 pînă la 1 500 t.

Profesorul Shu-Tien Li (S.U.A.) a prezentat o teorie privind precomprimarea optimă.

Un raport norvegian a dat detalii privind o metodă de înnădire a piloţilor cu ajutorul răşinilor epoxidice sau al poliesterilor. Datorită faptului că durate de timp de aproximativ o oră sînt inacceptabile în procesul de introducere în teren a piloţilor, caracteristica esenţială a procedeului constă în faptul că, cu ajutorul unui proces de încălzire electrică, durata înnădirii se reduce (chiar la temperaturi exterioare de —25°C) la o limită acceptabilă.

Unele divergenţe de opinii au fost exprimate în legătură cu eficacitatea utilizării betonului precomprimat la piloţii de protecţie utilizaţi la lucrările marine. Deşi s-a scos în evidenţă faptul că piloţii de lemn au o mai mare capacitate de absorbţie a energiei din şocuri, s-a arătat că aceşti piloţi pot lua foc şi, chiar cînd lemnul este tratat, pot fi atacaţi de organismele marine.

TUBURI DE BETON PRECOMPRIMAT — raportor general F. W. Williamson (Anglia)

Raportul distinge de la început două categorii de tuburi de beton precomprimat: tuburi mixte — în care betonul precomprimat este asociat cu un tub de tablă de oţel — şi tuburile de beton precomprimat propriu-zis.

a) Din prima categorie se prezintă cele două tipuri principale utilizate în S.U.A.: primul tip, introdus în producţie începînd din 1942, constînd dintr-un tub metalic în jurul căruia se înfăşoară sub tensiune sîrma de înaltă rezistenţă, care este apoi protejată printr-un înveliş de mortar compact; la cel de al doilea tip, introdus mai tîrziu în producţie, tubul metalic este înglobat în grosimea peretelui de beton al tubului, astfel încît sîrma pretensionată de înaltă rezistenţă se aplică pe beton, fără a veni în contact cu tubul metalic.

Ambele tipuri de tuburi sînt perfect cilindrice, îmbinarea realizîndu-se cu ajutorul unor garnituri de cauciuc şi al unei umpluturi de mortar de ciment (sau bitum) introdus după instalarea tuburilor. Pentru a permite realizarea îmbinărilor, tuburile sînt prevăzute la ambele capete cu inele speciale de oţel metalizat.

Astfel de tuburi se execută curent în S.U.A., cu diametre pînă la 5,1 m şi cu lungimi de 4,8—6,0 m.

b) Din cea de a doua categorie se prezintă tot două tipuri de tuburi: primul constă dintr-un miez de beton — realizat de obicei prin centrifugare — precomprimat longitudinal (cu armături preîntinse) în jurul căruia se înfăşoară sub tensiune sîrma de înaltă rezistenţă, care este protejată apoi cu un înveliş de mortar sau beton; cel de al doilea tip este executat prin vibrohidropresare, procedeu constituind o perfecţionare a procedeului utilizat de Freyssinet acum 30 de ani, constînd din executarea tuburilor (betonare, pretensionare şi protecţie) într-o singură treaptă. Astfel de tuburi au fost executate cu diametre pînă la 3,5 m şi cu lungimi de 5,0—7,0 m.

Sînt în curs de studiu procedee de execuţie a tuburilor de beton precomprimat cu ciment expansiv (U.R.S.S.) sau cu ciment fără contracţie (S.U.A.).

Este de semnalat afirmaţia că, în cazul executării miezurilor de beton prin centrifugare, este indicat a se realiza acest proces în două straturi, prin aceasta creîndu-se o zonă centrală intermediară din mortar fin bogat în ciment, care constituie o barieră eficace pentru etanşeizare, jucînd rolul tolei metalice înglobate în beton de la cel de al doilea tip de tuburi mixte descris anterior.

Se acordă o mare atenţie necesităţii de a se realiza în cît mai bune condiţii stratul de protecţie, cît mai compact şi mai puţin permeabil, cu atît mai mult cu cît studii efectuate în R.D.G. au arătat că executarea acestui înveliş pe tubul aflat sub presiune (ca, de exemplu, în procedeul Premo) are o eficacitate limitată, dat fiind că efectul curgerii lente şi al contracţiei betonului anulează în mare măsură precomprimarea introdusă prin acest procedeu în învelişul de protecţie.

Stratul de protecţie se execută, fie prin torcretare, fie prin betonare pe tubul în poziţie orizontală sau verticală.

În S.U.A. şi în Anglia, înainte de executarea învelişului de protecţie propriu-zis, se stropesc sîrmele cu lapte de ciment, care, prin alcalinitatea sa, sporeşte condiţiile de protecţie a armăturii pretensionate.

În Elveţia s-a dezvoltat un procedeu de protecţie pentru tuburi de beton precomprimat cu ajutorul unui înveliş de mortar-epoxi. Experimentările efectuate în Iran pe tuburi cu diametrul de 740 mm şi cu lungimea de 5,14 m au permis să se ajungă la concluzia că prin utilizarea unui înveliş de mortar-epoxi se elimină pericolul fisurării acestui strat de protecţie, ceea ce face posibilă utilizarea tuburilor de beton precomprimat la presiuni foarte mari. De asemenea, se consideră că, pînă la alte soluţii mai bune, conductele realizate cu tuburi de beton precomprimat protejat cu mortar-epoxi pot fi utilizate şi pentru transportul produselor petroliere şi al gazului natural.

În ceea ce priveşte protecţia catodică a tuburilor de beton precomprimat, s-a ajuns la concluzia că, în general, ea nu este eficientă şi raţională, putînd fi utilizată într-o oarecare măsură numai în cazul în care aceste tuburi se găsesc în zone în care se poate produce curent electric vagabond (în apropierea altor conducte protejate catodic, lîngă o cale ferată electrificată etc.).

La discuţii s-a arătat că în Italia s-au executat tuburi de beton precomprimat cu diametrul pînă la 2,5 m, unele dintre ele fiind în exploatare de cca 10 ani la presiuni de pînă la 80 atm. De asemenea, s-au dat detalii privind realizarea în Mexic a unor îmbinări elastice menite să prevină defecţiunile care apar în urma tasării terenului.

STÎLPI DE BETON PRECOMPRIMAT — raport general elaborat de S. Dmitriev (U.R.S.S.)

Avantajele deosebite pe care le prezintă au făcut ca stîlpii de beton precomprimat să cunoască o mare dezvoltare. Astfel, în R.D.G., de exemplu, din totalul de stîlpi, 60% la linii electrice, 70% la reţelele de iluminare, 30% la liniile de contact de cale ferată şi 20% la alte utilizări sînt stîlpi de beton precomprimat. În raport s-au dat detalii privind producţia unor astfel de stîlpi în Cehoslovacia, R.F.G., Norvegia, Polonia, U.R.S.S., Franţa şi Africa de Nord.

Stîlpii folosiţi au diferite forme: masivi, cu gol central, cu secţiuni I cu goluri în inimă. La discuţii au fost exprimate păreri divergente în ceea ce priveşte forma stîlpilor: delegaţii din Spania au susţinut că secţiunea pătrată cu gol central are o mai mare rezistenţă la torsiune (pentru solicitări care pot proveni din acţiunea vîntului), în timp ce delegaţii din R.D.G. preferă în acest caz secţiunea circulară.

În Spania s-au executat în ultimii ani 60 000 de stîlpi dreptunghiulari cu o grosime de numai 8 mm a stratului de beton pentru protecţia armăturii pretensionate. Aceşti stîlpi au fost montaţi în zone foarte expuse şi — după zece ani — continuă să dea deplină satisfacţie.

În ceea ce priveşte stîlpii cu secţiune circulară, s-a stabilit că costul final nu este afectat de calitatea betonului. La stîlpii cu secţiune pătrată şi cu gol central, experimentări pe stîlpi cu lungime de 24 m au arătat că o reducere a grosimii peretelui sub 4,5 cm duce la o mărire a costului.

În Franţa există 14 centre de producţie a stîlpilor de beton precomprimat. În unele cazuri se menţine aceeaşi armătură pretensionată de la un capăt la altul al stîlpului, în timp ce în alte cazuri sîrmele sînt oprite în unul sau două puncte pe lungimea stîlpului. Instrucţiunile societăţii Electricité de France prevăd o acoperire cu beton de minimum 20 mm şi interzic apariţia fisurilor sub o anumită mărime a solicitării.

O serie de experimentări efectuate în S.U.A., la care s-au variat raportul de zvelteţe, procentul de armătură pretensionată şi excentricitatea ei, au arătat că rezistenţa (capacitatea portantă) nu variază cu precomprimarea. Aceste rezultate urmează a fi analizate de comisia pentru flambaj a Comitetului European pentru Beton (C.E.B).

TRAVERSE DE BETON PRECOMPRIMAT PENTRU CALEA FERATĂ — raportor general J.W.A.Ager (Anglia)

Raportul general, întocmit pe baza rapoartelor primite din şase ţări (R.D.G., Anglia, Polonia, S.U.A., U.R.S.S. şi R.F.G.), cuprinde în primul rînd un tablou cu date privind producţia în aceste ţări a traverselor de beton precomprimat (un total de aproximativ 60 milioane bucăţi pe an, cele mai vechi fiind în exploatare de peste 25 de ani), precum şi caracteristicile lor geometrice, de armare şi de rezistenţă.

În toate aceste ţări nu se utilizează traversele flexibile (cu articulaţii la capetele porţiunii centrale sau chiar în această porţiune), care la viteze mari de circulaţie (160 km/h) şi sarcini mari (pînă la 25 t/osie) nu asigură păstrarea gabaritului căii, permiţînd înclinarea faţă de verticală sau variaţia distanţei dintre şine.

În ceea ce priveşte traversele monobloc, rigide, care se utilizează în mod curent, se remarcă trei concepţii de alcătuire : a) traverse foarte rigide pe toată lungimea, capabile să preia momentele încovoietoare care apar sub efectul combinat al încărcărilor transmise prin roţi şi al tasării balastului ; b) traverse la care se evită încărcarea directă a porţiunii centrale, făcîndu-se o adîncitură în balast sau înălţîndu-se partea inferioară a traversei (în raport cu porţiunile de capăt). Se remarcă faptul că scopul urmărit este atins în prima perioadă, după aşezarea traverselor pe balast, dar ulterior, prin tasarea balastului şi în exploatare, zona centrală se umple cu balast şi traversa este astfel încărcată şi în această zonă ; c) traverse cu faţa inferioară la acelaşi nivel pe toată lungimea, la care solicitarea porţiunii centrale se reduce prin realizarea unei rigidităţi mai mici (înălţime mai redusă).

Raportul consideră că această din urmă variantă este cea mai indicată, eventual cu corectivul executării feţei inferioare a porţiunii centrale sub formă de pană, ca la traversele MR 2 şi MR 3 din S.U.A. În acest caz, utilizînd o armătură pretensionată rectilinie, ea poate fi dispusă excentric în blocheţii de capăt — pentru a putea prelua momentele încovoietoare importante care apar în dreptul şinelor — şi practic centric în porţiunea centrală, mai puţin solicitată.

Avantajele traverselor de beton precomprimat, care au determinat extinderea utilizării lor, constau în greutatea lor mare — care asigură stabilitatea căii, în special în cazul şinelor continue sudate — în marea lor durabilitate (peste 50 de ani) — cel puţin de două ori mai mare decît cea a traverselor de lemn — precum şi în reducerea considerabilă a costului de întreţinere a căii.

Întrucît o traversă poate fi solicitată de încărcări repetate pînă la 100 000 000 de ori, ea trebuie privită ca un element de structură. Criteriul adoptat, în general, la proiectare este acela ca traversele de beton precomprimat să nu fisureze. De asemenea, se impune cu necesitate ca dezvoltarea sistemelor de prindere a şinelor de traverse să ţină pasul cu dezvoltarea traverselor, întrucît ambele constituie o aceeaşi problemă.

În ceea ce priveşte tehnologia de fabricaţie a traverselor, se pune un accent deosebit pe necesitatea de a se asigura o lungime de transfer a armăturilor preîntinse suficient de mică pentru ca forţa de precomprimare să fie complet transmisă pe lungimea pînă în dreptul şinei (unde momentul încovoietor este maxim). Se citează astfel rezultatele încercărilor efectuate în S.U.A. : lungimea de transmitere a forţei de precomprimare la un toron Ø 11 mm (7 sîrme) este de 71 cm pentru sîrme curate şi se reduce la 48,5 cm cînd sîrmele sînt ruginite, respectiv la 56 cm cînd sîrmele sînt amprentate — în cazul unui transfer brusc ; dacă transferul se face lent, chiar în cazul sîrmelor curate, netede, lungimea de transmitere se reduce la 38 cm.

În Anglia se utilizează sîrme Ø 5 mm amprentate, cu o lungime de transmitere de 50 cm.

Se citează, de asemenea, sîrmele ovale (40 mm^2) utilizate în R.D.G., la care lungimea de transmitere ar fi de numai cîţiva centimetri, chiar în cazul unui transfer brusc.

Betonul utilizat în diverse ţări este de rezistenţă variind de la 360 kg/cm^2 (în Anglia şi U.R.S.S., la armături preîntinse) pînă la 450 kg/cm^2 (în R.F.G., la sistemul Dywidag, cu armături postîntinse) şi chiar 570 kg/cm^2 (în S.U.A., la armături preîntinse).

În ceea ce priveşte rezistenţa electrică a traverselor de beton precomprimat, cercetări efectuate în S.U.A, ca şi în alte ţări, au arătat că nu este posibil a se mări rezistenţa electrică a betonului. În consecinţă, se recurge la diverse sisteme de izolare a şinei de betonul din traverse : se utilizează astfel piese de izolaţie din material plastic, cauciuc sau plută, piese de lemn înglobate direct în beton sau cu ajutorul unei răşini sintetice (R.D.G., Polonia) sau chiar din material plastic înşurubate în beton şi care pot fi înlocuite la nevoie (R.F.G.).

În sfîrşit, se citează utilizarea — deocamdată cu caracter experimental — a unor plăci dispuse sub şine în locul traverselor. Astfel, s-au experimentat în U.R.S.S. plăci cu lungime de 6,25 m, lăţime de 2,5 m şi grosime de 0,3 m precomprimate pe două direcţii cu ajutorul unor armături pretensionate alcătuite din sîrme Ø 5 mm amprentate sau toroane Ø7.

În cadrul discuţiilor s-a arătat că în Republica Sud-Africană se produc anual 1 000 000 de traverse de beton precomprimat tip monobloc, iar delegaţii suedezi au prezentat detalii privind metodele de asigurare a transferului forţei de precomprimare pe lungime scurtă.

RECENZII

INCERC : Studii şi cercetări — 3/1968

1. **Primul articol : ,,Impermeabilizatori pentru mortare''** (autori : ing. E. Ionescu, ing. S. Andrieş, ing. S. Teslaru, ing. A. Stănescu — Seria Betoane şi mortare) prezintă rezultatele cercetărilor de laborator efectuate în cadrul INCERC cu privire la influenţa unor aditivi impermeabilizatori din ţară şi din import asupra proprietăţilor fizicomecanice ale pastelor de ciment şi mortarelor (rezistenţe mecanice, adeziune, contracţie etc.), precizarea eficacităţii lor şi a domeniului de utilizare.

S-au studiat aditivi impermeabilizatori hidrofobi (Apastop, Sperrpulver), aditivi impermeabilizatori de colmatare (aluminat de sodiu, clorură ferică, clorură feroasă, sulfat feros) şi adaosuri pe bază de polimeri (Binda 1, Binda Latex, Copolimer, Acetat de polivinil).

2. **În articolul ,,Cercetări INCERC în domeniul accelerării întăririi betoanelor şi perspective de viitor** (autori : ing. D. State, ing. D. Manari, ing. M. Traubici — Seria Betoane şi mortare) se tratează cercetările sistematice efectuate în cadrul INCERC, privind accelerarea întăririi betoanelor la confecţionarea elementelor prefabricate, prin tratare termică în camere de aburire şi tipare încălzitoare. Se dau indicaţii asupra modului cum este influenţat procesul de întărire accelerată de diferiţi factori (ciclul de tratare termică, alcătuirea tiparului, transmiterea căldurii de la agentul încălzitor la beton, compoziţia betonului, natura cimentului etc.). Cercetările stau la baza instrucţiunilor tehnice pentru tratarea termică a betoanelor la confecţionarea elementelor prefabricate, elaborate de INCERC.

3. **Articolul ,,Date în legătură cu cercetările efectuate în ţară asupra aderenţei oţelurilor cu profil periodic şi a plaselor sudate, precum şi importanţa aderenţei pentru condiţiile de utilizare a acestor oţeluri''** (autori : ing. G. Stăn-

culescu, ing. M. Weissenberg, ing. I. Ban — Seria Beton armat), expune unele considerații teoretice și rezultate experimentale reieșite din cercetările efectuate la INCERC asupra aderenței și conlucrării betonului cu armătura din oțel cu profil periodic și din plase sudate, în ceea ce privește factorii care influențează aderența, puși în evidență prin încercări de smulgere pe epruvete și încercări pe elemente de beton armat (tiranți, grinzi și plăci armate cu plase sudate).

4. **Al patrulea articol** : **,,Sîrmă trasă de oțel pentru beton precomprimat tip SBP-netedă și amprentată''** (autori : ing. R. Dinuliu și ing. T. Cărare — Seria Beton precomprimat) prezintă succint rezultatele unor studii și experimentări efectuate la INCERC în colaborare cu Industria Sîrmei — Cîmpia-Turzii, pentru asimilarea în producție industrială a sîrmelor de înaltă rezistență pentru beton precomprimat SBP netedă și amprentată. Se arată superioritatea sîrmelor amprentate față de cele împletite. Articolul face comparație între caracteristicile sîrmelor românești și ale celor străine, arătînd că primele se situează la nivelul celor mai bune produse de peste hotare.

5. **În articolul** : **,,Influența formei și mărimii epruvetelor asupra vitezei de propagare a ultrasunetelor în beton''** (autor dr. ing. I. Făcăoaru — Seria Încercări și măsurări în construcții), sînt cuprinse rezultatele unor încercări pe probe de beton pentru elucidarea unor fenomene ce apar cu prilejul propagării ultrasunetelor în beton, care constituie obiectul unor dispute între specialiștii din mai multe țări, în ce privește : dispersia fizică (influența frecvenței semnalului emis prin beton asupra vitezei de propagare a ultrasunetelor), dispersia geometrică (influența raportului dimensiunii transversale și longitudinale a probei), influența lungimii traiectoriei impulsului în beton asupra omogenității rezultatelor, influența schemei de încercare (metode de suprafață sau adîncime) și a poziției punctelor de încercare în secțiuni asupra vitezei de propagare măsurate, corelația între viteză și rezistență.

Articolul prezintă în concluzie limitele de influență ale acestor factori și corecțiile ce trebuie aduse pentru mărirea preciziei metodei.

6. **Al șaselea articol** : **,,Controlul calității stîlpilor de beton armat cu radiații gamma fără peliculă fotosensibilă''** (autori dr. ing. I. Făcăoaru și ing. L. Bubulac — Seria Încercări și măsurări în construcții), expune o metodă atomică nedistructivă originală pentru determinarea unor caracteristici de calitate a elementelor de beton armat (existența, poziția și diametrul barelor de armătură, existența și dimensiunile defectelor interne din beton, aprecierea compactității și omogenității betonului) și dispozitivul construit la INCERC.

Metoda se bazează pe măsurarea atenuării unui fascicul de cuante gamma, cu ajutorul unui contor Geiger-Müller, fără a utiliza pelicule fotosensibile, ceea ce reduce mult costul încercărilor. În același timp, metoda permite o precizie sporită față de metodele bazate pe ultrasunete.

7. **Articolul** : **,,Considerațiuni asupra oportunității și utilității folosirii indicatorului — Cheltuieli pentru 1 000 lei producție — la planificarea și urmărirea prețului de cost la organizațiile de construcții-montaj''** (autori ing. Gh. Cucu și ec. V. Alboteanu — Seria Economia construcțiilor), conține analiza posibilității și condițiilor aplicării și în construcții — similar cu industria — a unui indicator economic sintetic și operativ—cheltuieli pentru 1 000 lei producție (la preț de deviz) — prin unele corectări necesare, bazate pe calcule statistice și cu introducerea unor modificări în sistemul de evidențe tehnico-operative și contabile.

8. **În ultimul articol** : **,,Încercarea panourilor de ferestre metalice confecționate din profile uzinate la rece din tablă subțire''** (autori arh. M. Maciu, ing. Fl. Gheorghiu și ing. M. Angelescu — Seria Finisarea și protecția construcțiilor), se prezintă rezultatele încercărilor efectuate la INCERC asupra a trei tipuri de ferestre metalice din profile metalice cu pereți subțiri, în ce privește deformațiile, capacitatea portantă, etanșeitatea, comportarea la manipulare și transport și consumul de metal.

A. Cornélis, G. Deprez, G. Fonder, Ch. Massonnet, R. Maquoi, R. Müller

APPLICATION DES ORDINATEURS AU CALCUL DES STRUCTURES

(Aplicarea calculatoarelor electronice la calculul structurilor)

Editions Sciences et Lettres, Liège, 1968
327 pagini, 168 figuri

Ultimii ani au cunoscut în străinătate o literatură destul de bogată asupra aplicării calculatoarelor electronice în probleme de mecanica construcțiilor. Am găsit util să semnalăm cititorilor români lucrarea de mai sus, care are dublul avantaj că este de o certă valoare și, în plus, este scrisă în franceză, adică ușor accesibilă, din punctul de vedere al limbii, unui cerc larg de cititori români.

În cuvîntul introductiv semnat de profesorul Ch. Massonnet se arată că volumul are la bază un curs facultativ înscris încă din anul școlar 1965—1966 în programa anului IV al Facultății de construcții de la Universitatea din Liège. În privința autorilor, prefața scrie următoarele : ,,îmi face plăcere să subliniez că este vorba efectiv de un lucru de echipă, în care profesorul nu a avut cea mai mare parte''.

În introducere se arată că ,,scopul esențial al lucrării este de a explica inginerilor modul în care calculatoarele îi pot ajuta să dimensioneze structurile mai bine, mai repede și cu mai puțin consum de energie decît cu metodele manuale clasice. Titlurile capitolelor sînt sugestive în arătarea conținutului respectiv.

Capitolul întîi, *Programarea*, dă indicații asupra calculatoarelor electronice, asupra programului, limbajului, particularizare asupra limbajului FORTRAN, reprezentarea numerelor, instrucțiunile aritmetice și logice, instrucțiunile de intrare-ieșire, subprogram, practica exploatării și exemple de aplicare.

Capitolul al doilea prezintă *noțiuni sumare de calcul matricial.*

Capitolul al treilea tratează *procedeul reducerii* (sau metoda matricilor de transfer) care permite o rezolvare simplă și elegantă a structurilor la care, în fiecare nod, se întîlnesc doar cîte două elemente.

Metoda deformațiilor este dezvoltată în capitolul al patrulea, orientat în principal spre noțiunea de program.

Metoda forțelor și metoda deformațiilor sînt studiate în următoarele trei capitole (cap. V *Definiții și teoreme generale*, cap. VI *Aplicații la structuri*, cap. VII *Cazuri speciale de aplicare*).

Ultimul capitol (VIII) dă indicații generale asupra *metodei elementelor finite.*

În încheierea acestei succinte prezentări a cărții doresc să relev cuvintele autorilor în privința raportului om-mașină. ,,Cum se poate vedea, calculatorul electronic nu rezolvă problema, ci doar efectuează calculele numerice ale soluției. Deși uneori i se dă denumirea de creier electronic, este încă departe de a putea înlocui creierul omenesc. Calculatorul electronic nu este altceva decît o mașină care execută strict ceea ce i se spune să facă și care face acest lucru într-un timp foarte scurt ; el nu execută decît ceea ce i se comandă și aceasta fără nici o inițiativă personală''.

Cartea va fi consultată cu mult folos de toți cei care se preocupă de probleme de structuri și vor să se familiarizeze cu probleme de utilizarea calculatoarelor electronice.

Dr. ing. Mircea Soare

DOCUMENTARE

PERETELE-LUMINĂ, O FORMĂ NOUĂ DE PERETE-CORTINĂ

De curînd a fost introdus în construcții un element nou, de un tip revoluționar în rîndul materialelor de arhitectură : element decorativ și perete-cortină în același timp. Au fost construite în apropierea Parisului trei piscine, noul liceu tehnic din Saint-Dizier, grupurile școlare de la Foulquement și de la Soussure, restaurantele din turnul Aquitaine etc. ; la toate aceste edificii cu funcțiuni foarte diferite, arhitecții au făcut apel la peretele-lumină al cărui creator este pictorul specialist în vitralii François Chapuis. Autor a numeroase restaurări din ultimii ani, a considerat

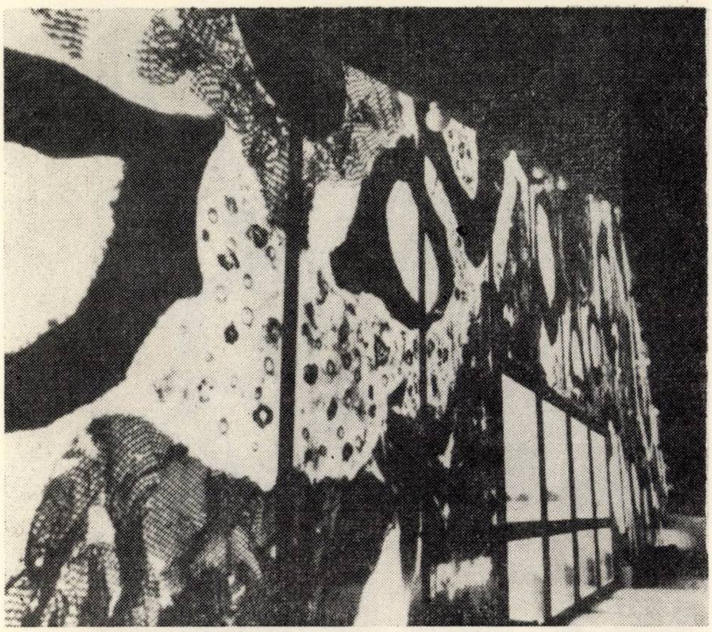


Fig. 1

că vitraliile, chiar în transcripția lor modernă, nu mai corespund mijloacelor care ne sînt puse la dispoziție de civilizația industrială. Deci, Chapuis nu a dorit să creeze un nou vitraliu, ci un material pe care să-l poată utiliza ca înlocuitor în construcția modernă și care să ducă la un progres pe plan tehnic și la scăderea prețului de cost.

Dacă vitraliul este de fapt foarte limitat în utilizarea sa datorită prețului său ridicat, industria materialelor plastice permite astăzi crearea de noi elemente decorative ale căror prețuri de cost scăzute permit folosirea lor în mare cantitate.

Astfel, se poate trata la un preț egal sau inferior cu acela al unui perete-cortină clasic, un perete sau o fațadă de cîteva sute de metri pătrați.

Acest material oferă posibilitatea folosirii lui pe o scară largă, atît la pereții-cortină, cît și la pereții despărțitori interiori, tavane etc. De asemenea, are avantajul de a nu se repeta pe plan estetic, fiecare panou sau ansambluri de panouri fiind o compoziție picturală nouă.

Desenul este executat în uzină de către pictor, apoi el personal asamblează panourile componente, alege și dozează oxizii metalici și prafurile minerale care creează acest univers colorat și care este peretele-cortină de poliester. Controlează și dirijează anumite reacții ale elementelor care sînt puse în operă în prezența sa. Calitatea compoziției pe plan artistic apare astfel creatorului legată de aceste cunoștințe și de aplicarea fenomenelor de polimerizare, oxidare etc.

Acești pereți cortină sînt totdeauna concepuți în funcție de caracteristicile tehnice și arhitecturale ale construcției respective. Desenul, culorile țin seamă de destinația construcției, de orientarea sa, de împrejurimi și de situarea sa geografică. Compoziția lor urmărește să nu intervină în arhitectură ca elemente mai mult sau mai puțin potrivite, ci ca elemente care participă cu adevărat la armonia ansamblului.

Reluînd cuvintele lui Le Corbusier, pentru care ambiția de constructor era înainte de toate voința de a face ,,un beton corect'', creatorul panourilor-lumină declară că dorește să facă foarte simplu ,,o plastică corectă''.

Din punct de vedere tehnic, peretele-lumină este un element de poliester armat și colorat în masa sa. Este un panou sandviș compus din două plăci consolidate prin intercalații de natură diferită, totul devenind solidar și rigid cu ajutorul rășinilor. Această tehnică permite obținerea de panouri cu grosimea între 2 și 8 cm, care pot fi folosite pe suprafețe continue de 40 m^2 și chiar mai mari. Greutatea specifică relativ scăzută a materialului îi permite să fie autoportant. Experiențele au arătat că nu suferă nici un fel de deformație chiar folosit la înălțimea de peste 15 m. Calitățile sale mecanice îi asigură o bună rezistență la vînt, în timp ce coeficientul său de izolare termică este comparabil cu cel al sticlei de grosime mare (coef. $K = 1{,}2$). Mai mult, peretele-lumină din poliester este insensibil la agenți atmosferici. Totul ne permite să credem că, folosit într-o regiune seismică, se va comporta bine datorită faptului că este ușor.

Panourile sînt prefabricate în uzine și livrate pe șantier gata de pus în operă. Sînt posibile toate formele și decupările după destinația care a fost prevăzută de arhitecți în funcție de construcția la care vor fi folosite.

Panourile se montează foarte ușor, așezarea și asamblarea lor făcîndu-se prin intermediul unor cadre metalice și al unor legături de etanșare.

Această creație corepunde convingerii unui artist care crede cu tărie că arta de azi trebuie să fie exprimată, mai ales în arhitectură, cu ajutorul tehnicii și materialelor contemporane.

Din *Batir* nr. 171, 1968

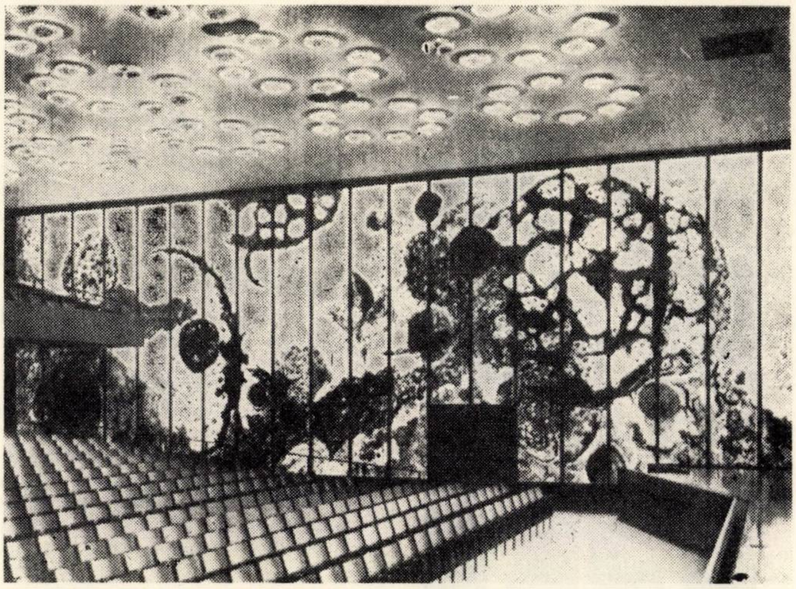


Fig. 2

PILON DE RADIOEMISIE DIN BETON ARMAT PREFABRICAT

La Durnham, în Anglia, a fost construit recent un pilon de radioemisie cu înălțimea de circa 50 m, realizat prin asamblarea a cinci elemente prefabricate din beton armat.

Regulamentele autorităților locale prevedeau ca acele construcții înalte care se realizează în regiune să fie foarte suple, ca să nu abată atenția turiștilor de la catedrala din Durnham. Această condiție a fost luată în considerare de proiectanți, care, în același timp, au trebuit să țină seamă și de cerințele de exploatare, care prevedeau ca rotația unghiulară maximă în plan vertical a pilonului să nu treacă de jumătate de grad pentru o viteză a vîntului de circa 80 km/h. Ținînd seamă, atît de considerații estetice

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR

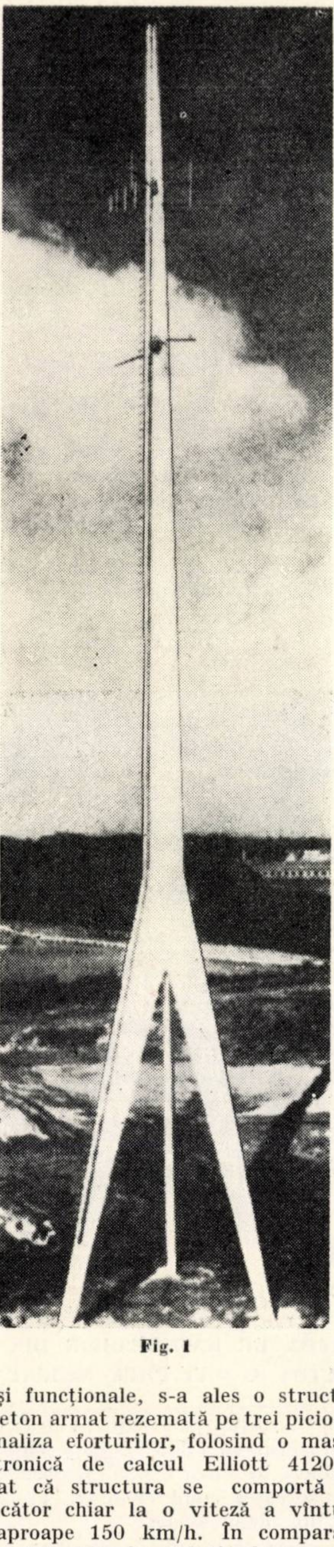


Fig. 1

cît și funcționale, s-a ales o structură de beton armat rezemată pe trei picioare.

Analiza eforturilor, folosind o mașină electronică de calcul Elliott 4120, a arătat că structura se comportă satisfăcător chiar la o viteză a vîntului de aproape 150 km/h. În comparație cu un turn simplu, soluția de rezemare pe trei picioare reduce eforturile de încovoiere la bază și are avantaje de ordin estetic, ceea ce a dus la adoptarea ei.

Din *The Arhitect and building news*, 25 sept. 1968

ARCE PREFABRICATE PENTRU UN DEPOZIT

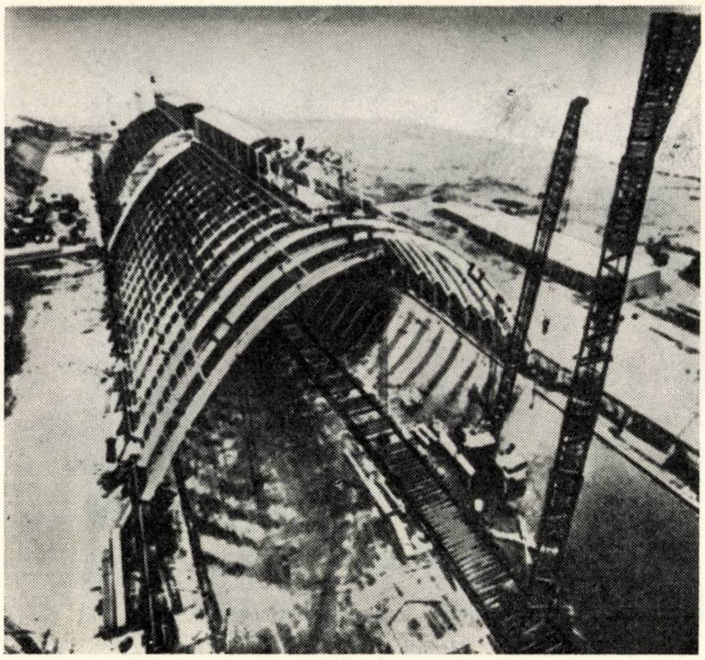


Fig. 1

Pentru depozitarea piritei se construiesc în Suedia două hangare gigantice avînd fiecare o suprafață de 9 000 m². Ele sînt constituite fiecare dintr-o succesiune de arce prefabricate din beton (fig. 1), avînd la bază o deschidere de 60 m și o înălțime sub cheie de 32 m. Arcele sînt formate din patru elemente, cîntărind fiecare 12,5 t; acestea sînt montate cu ajutorul unei macarale turn, care se deplasează pe cabluri și cu al unei automacarale.

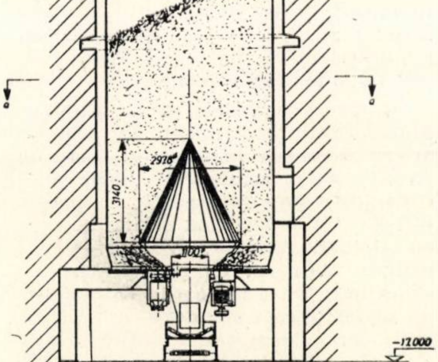
Arcele se leagă unul de altul prin precomprimare.

Din *Batir* nr. 170, 1968

NOU DISPOZITIV DE EVACUARE DIN BUNCĂRE CIRCULARE

La instalațiile de fabricație a cimentului, ca și a altor produse unde se pune problema manipulării materialelor care curg greu, ca: nisip, argilă, gips cu proprietăți tixotropice, evacuarea mecanică din buncăre a acestor materiale prezintă greutăți din mai multe puncte de vedere.

Fig. 1



Această problemă a fost soluționată printr-un mecanism nou de extracție din silozuri circulare.

Instalația (fig. 1) este alcătuită, în principiu, dintr-un siloz cu un diametru interior de 5 m și o înălțime de 15 m, prevăzut cu un orificiu de evacuare circular. Deasupra acestui orificiu este montat un con de oțel, *fără a se obtura fundul silozului*.

În acest mod, materialul care se scurge din siloz este obligat să se așeze sub forma unei pîlnii, respectiv a unui con, între marginea inferioară a conului de oțel și fundul silozului, fără a ajunge totuși la orificiul de evacuare.

Evacuarea materialului din buncăr se face cu ajutorul unui braț rotativ amplasat între con și baza buncărului și care acționează ca un abștraifer care dirijează materialul spre gura de ieșire. Sistemul descris mai sus prezintă următoarele avantaje:

— buncărul se golește continuu;

— în ipoteza că materialul din buncăr s-a dezomogenizat din punct de vedere granulometric, prin acest dispozitiv se amestecă din nou particulele fine cu cele mai grosiere, respectiv cele din partea centrală și de la periferie;

— timpul de ședere în buncăr este același pentru toate particulele componente ale materialului;

— în buncăr nu se formează poduri sau pîlnii.

Primul dispozitiv de acest fel cu o capacitate de extracție de circa 300 t/h a fost montat în cadrul unei instalații de spălare a cărbunilor. Pentru instalații de însilozare a nisipului umed s-au prevăzut dispozitive de tipul celui descris mai sus, cu o capacitate ce poate merge pînă la 530 t/h.

Din *Zement — Kalk — Gips*, nr. 5, 1967

1983

IPEC

INTREPRINDEREA DE PREFABRICATE BRAȘOV

produce elemente prefabricate pentru blocuri tip din panouri mari din beton armat

Panouri portante pentru pereți exteriori cu sau fără finisaje superioare
Panouri interioare și despărțitoare
Elemente pentru scări
Balcoane
Elemente pentru cornișă

- ***economie***
- ***rapiditate la montaj***
- ***posibilitate de finisare superioară pe cale industrială***
- ***calitate superioară***

INTREPRINDEREA DE PREFABRICATE BRAȘOV

Str. Carpaților nr. 93 ● Telefon 22565 ● Telex 012261

IPEC

ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE ȘI ELEMENTE DE CONSTRUCȚII BRAȘOV

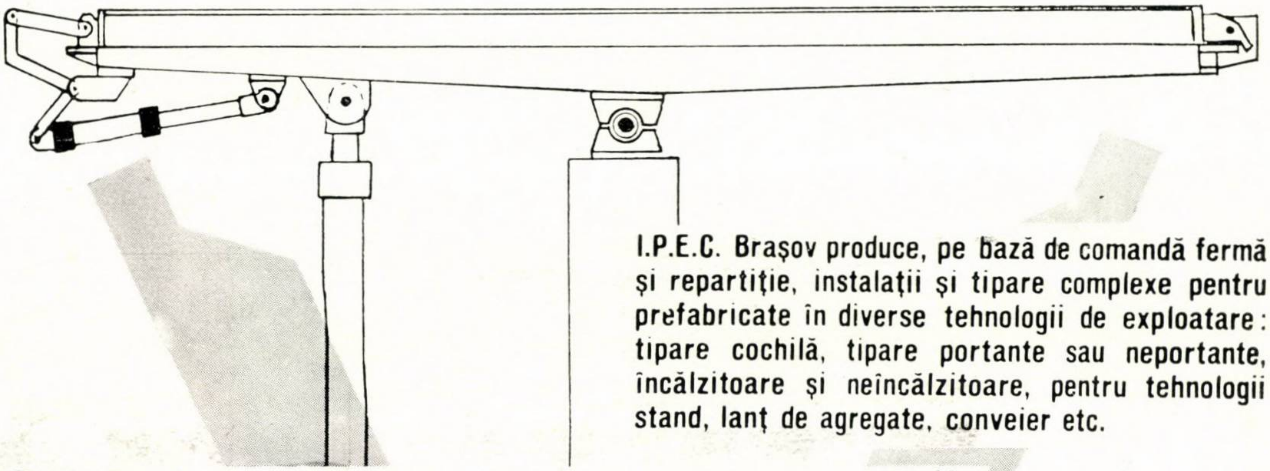
Str. Carpaților nr. 93 ● Telefon 22565 ● Telex 012261

PROIECTEAZĂ ȘI PRODUCE

Instalații complexe pentru formarea prefabricatelor în tehnologii diferite

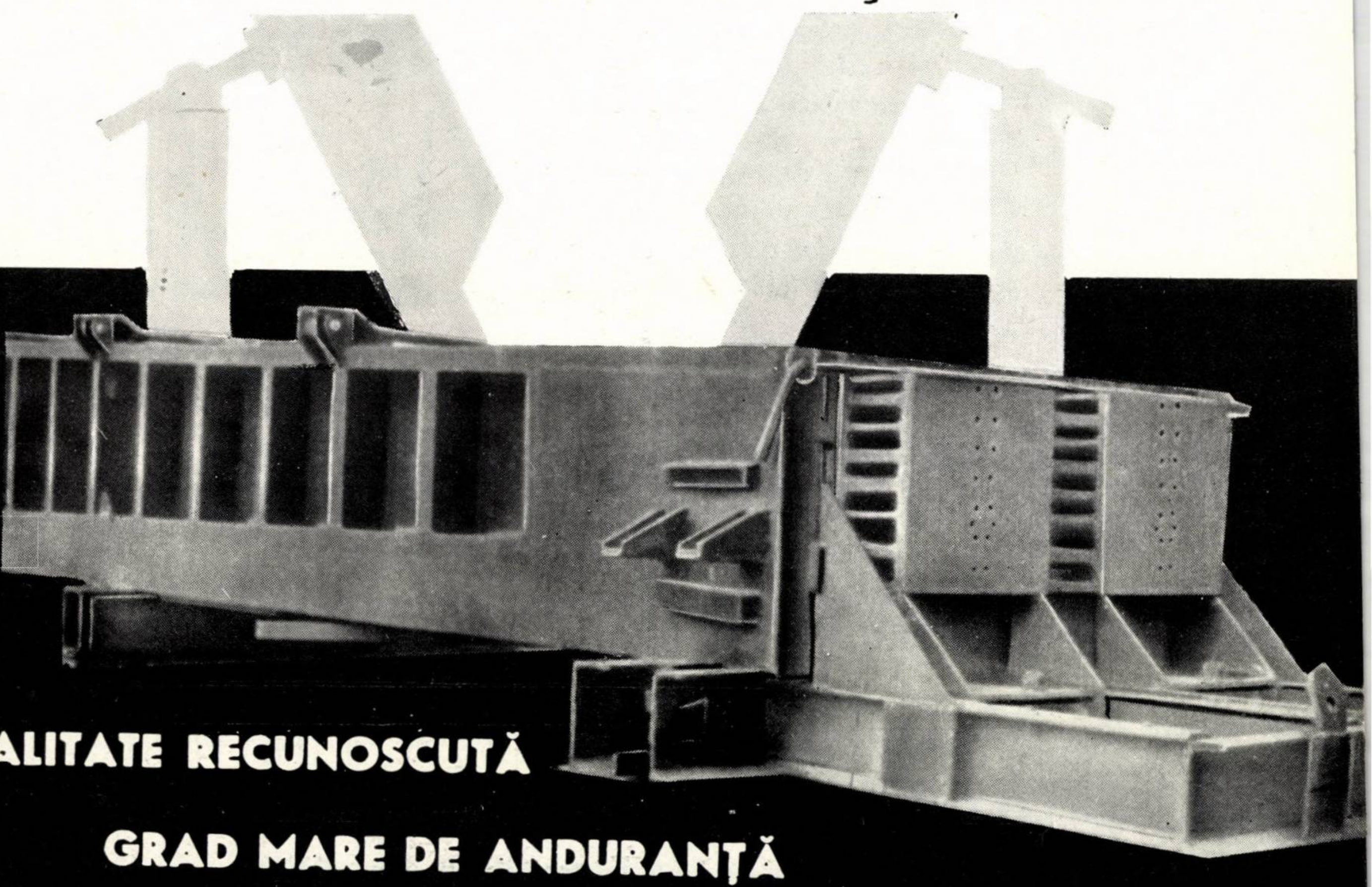
Tipare pentru elemente de structuri hale industriale și pentru construcții agricole

Tipare pentru panouri mari de locuințe



I.P.E.C. Brașov produce, pe bază de comandă fermă și repartiție, instalații și tipare complexe pentru prefabricate în diverse tehnologii de exploatare: tipare cochilă, tipare portante sau neportante, încălzitoare și neîncălzitoare, pentru tehnologii stand, lanț de agregate, conveier etc.

20 DE ANI DE EXPERIENȚĂ



CALITATE RECUNOSCUTĂ

GRAD MARE DE ANDURANȚĂ

IPEC

Fîşii de beton armat cu goluri rotunde

	Sarcina pe m²
F 20 × 6	730
F 26 × 4	858
F 26 × 6	730
FU 30 × 4	558
F 30 × 4	858
FU 30 × 6	530
F 30 × 6	730
FU 36 × 4	558
F 36 × 4	858
FU 36 × 6	530
F 36 × 6	730
FU 40 × 4	558
F 40 × 4	858
FU 40 × 6	530
F 40 × 6	730
FU 44 × 4	577
F 44 × 4	877
FU 44 × 6	580
F 44 × 6	780
FU 50 × 4	577
F 50 × 4	877
FU 50 × 6	580
F 50 × 6	780

Fîşiile de beton armat cu goluri rotunde sînt elemente pentru construcţii şi se utilizează la realizarea planşeelor, la clădiri civile şi social-culturale.

Vă oferim două tipuri de fîşii cu goluri:

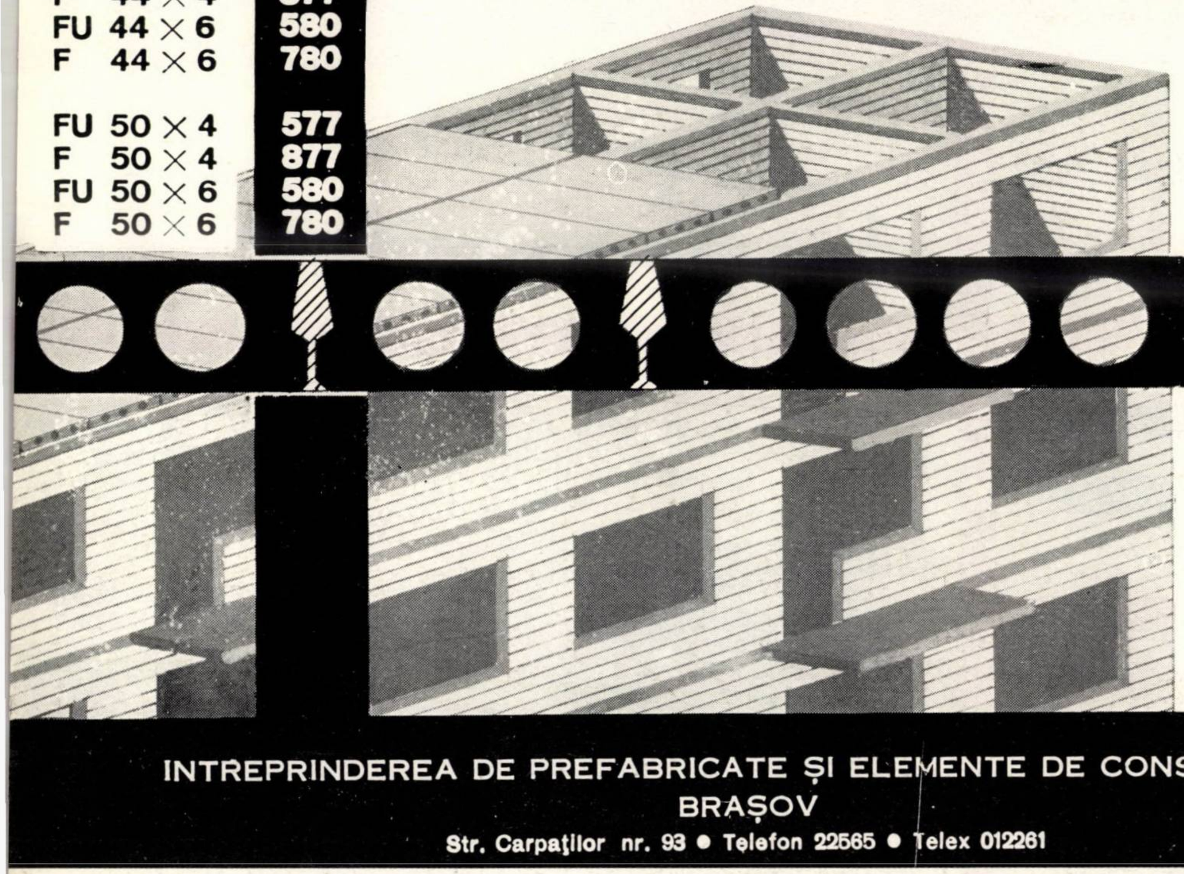
FU (fîşii uşoare) pentru planşeele încăperilor obişnuite

F (fîşii întărite) pentru planşeele cu sarcini suplimentare

FOLOSIND FÎŞIILE CU GOLURI ROTUNDE
LA PLANŞEELE CLĂDIRILOR CIVILE ŞI SOCIAL-CULTURALE
REALIZAŢI:

Economii de material lemnos prin eliminarea cofrajelor
Durabilitate îndelungată în exploatare
Productivitate sporită datorită ritmului rapid de montare şi continuităţii lucrului la niveluri superioare
Scurtarea termenului de dare în folosinţă a construcţiilor

FÎŞIILE CU GOLURI ROTUNDE SÎNT EXCELENTE ELEMENTE PENTRU CONSTRUCŢIA PLANŞEELOR

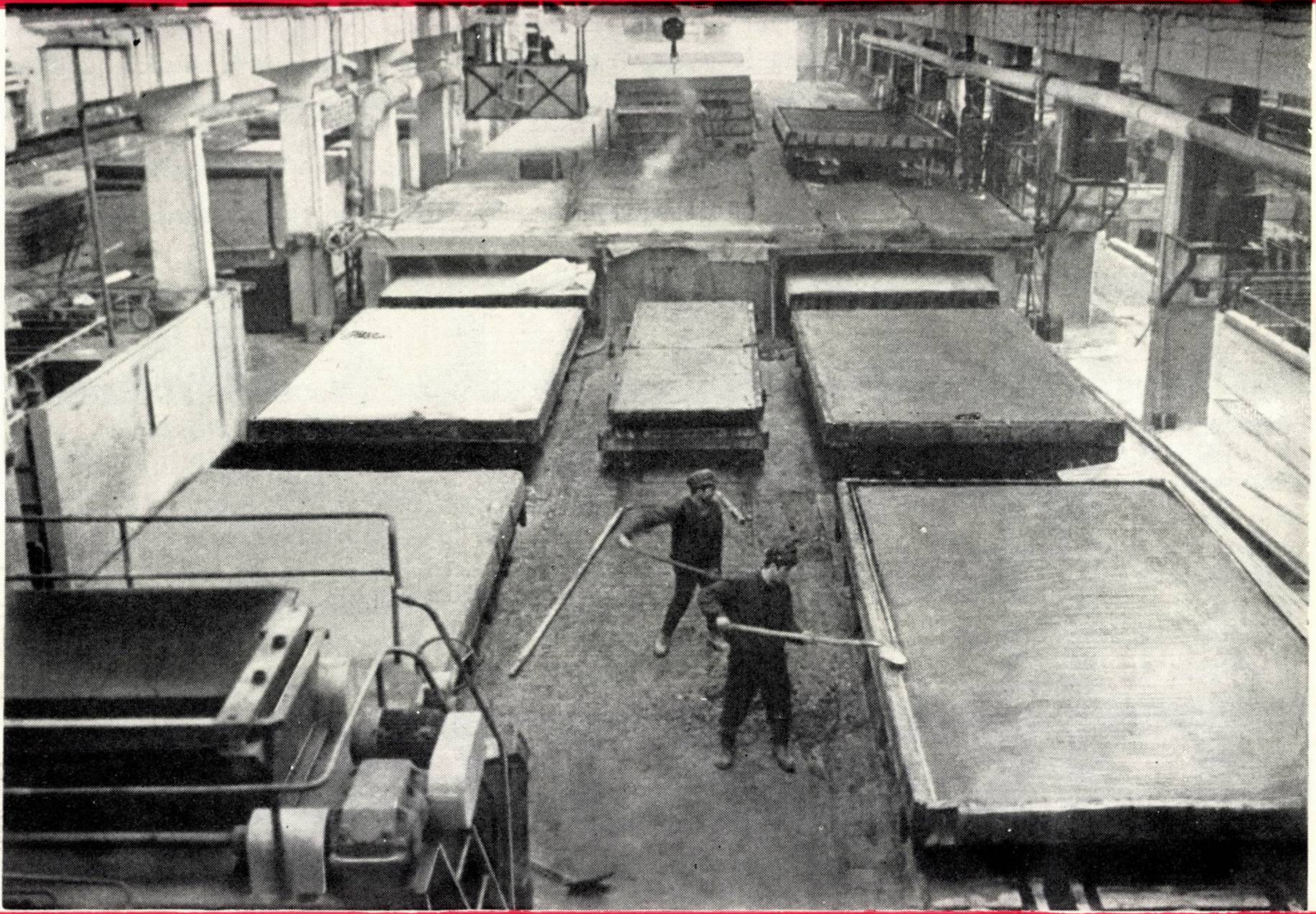


INTREPRINDEREA DE PREFABRICATE ŞI ELEMENTE DE CONSTRUCŢII
BRAŞOV
Str. Carpaţilor nr. 93 • Telefon 22565 • Telex 012261

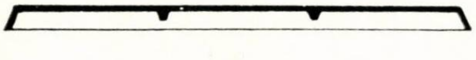
ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE ŞI ELEMENTE DE CONSTRUC

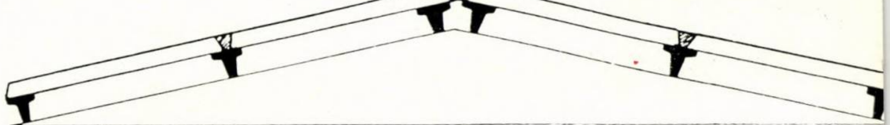
BRAŞOV

Str. Carpaţilor nr. 93 • Tel. 22565 • Telex 012261



Pane de acoperiş pentru structuri de hale industriale I.P.C.T. 2066





Chesoane de acoperiş I.P.C.T. produse pe linii specializate

I.P.C.T. — 2066
I.P.C.T. — 2063

CH 6
18 m²

Livrările se execută pe bază de comenzi ferme şi repartiţii

- ECONOMIC
- CALITATE SUPERIOARĂ
- MONTAJ SIMPLU ŞI RAPID
- GAMĂ MARE DE TIPURI DUPĂ DIMENSIUNI ŞI SARCINI

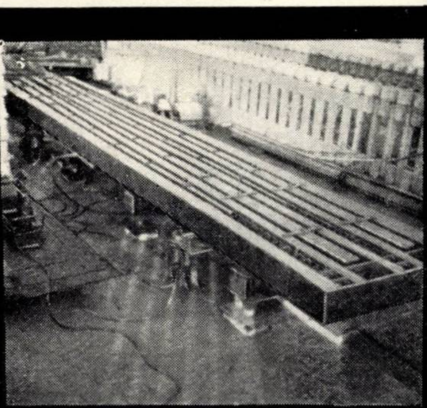
IPEC

UTILAJE ŞI INSTALAŢII PENTRU INDUSTR

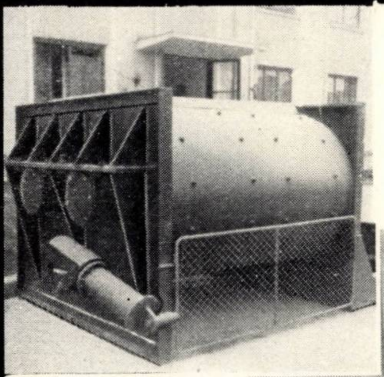
PREFABRICATELOR

Oferim

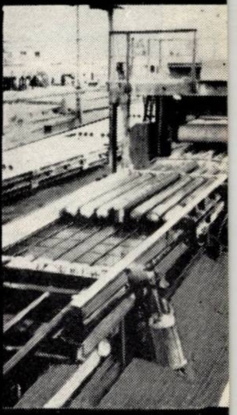
Executăm pe bază de comenzi ferme:



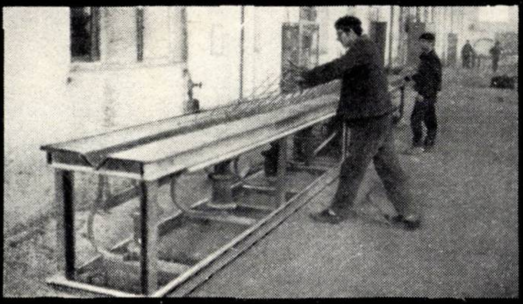
Instalaţie autoportantă pentru executarea stîlpilor electrici din beton armat precomprimat

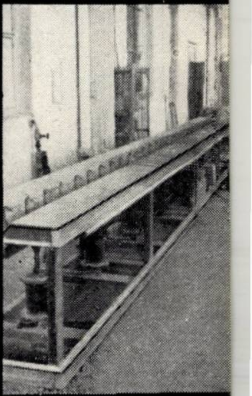


Malaxor pentru prepararea betoanelor cu capacitate de 1000 l



Utilizaţi

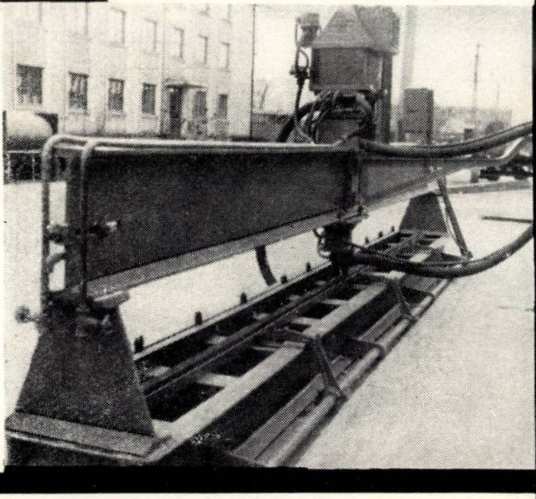




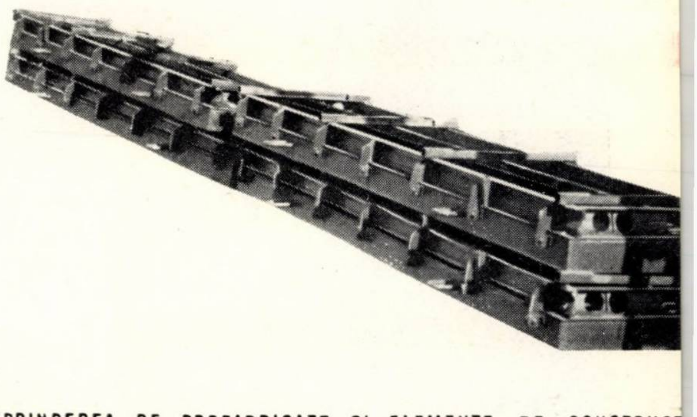
Utilaje şi instalaţii pentru industria prefabricatelor la nivelul tehnicii moderne, avînd caracteristici superioare

Abcant universal pentru îndoirea carcaselor pentru elemente prefabricate

Cumpăraţi



Maşină de sudat, cu electrod mobil, plase late pînă la 5 m



ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE ŞI ELEMENTE DE CONSTRUC

BRAŞOV

Str. Carpaţilor nr. 93

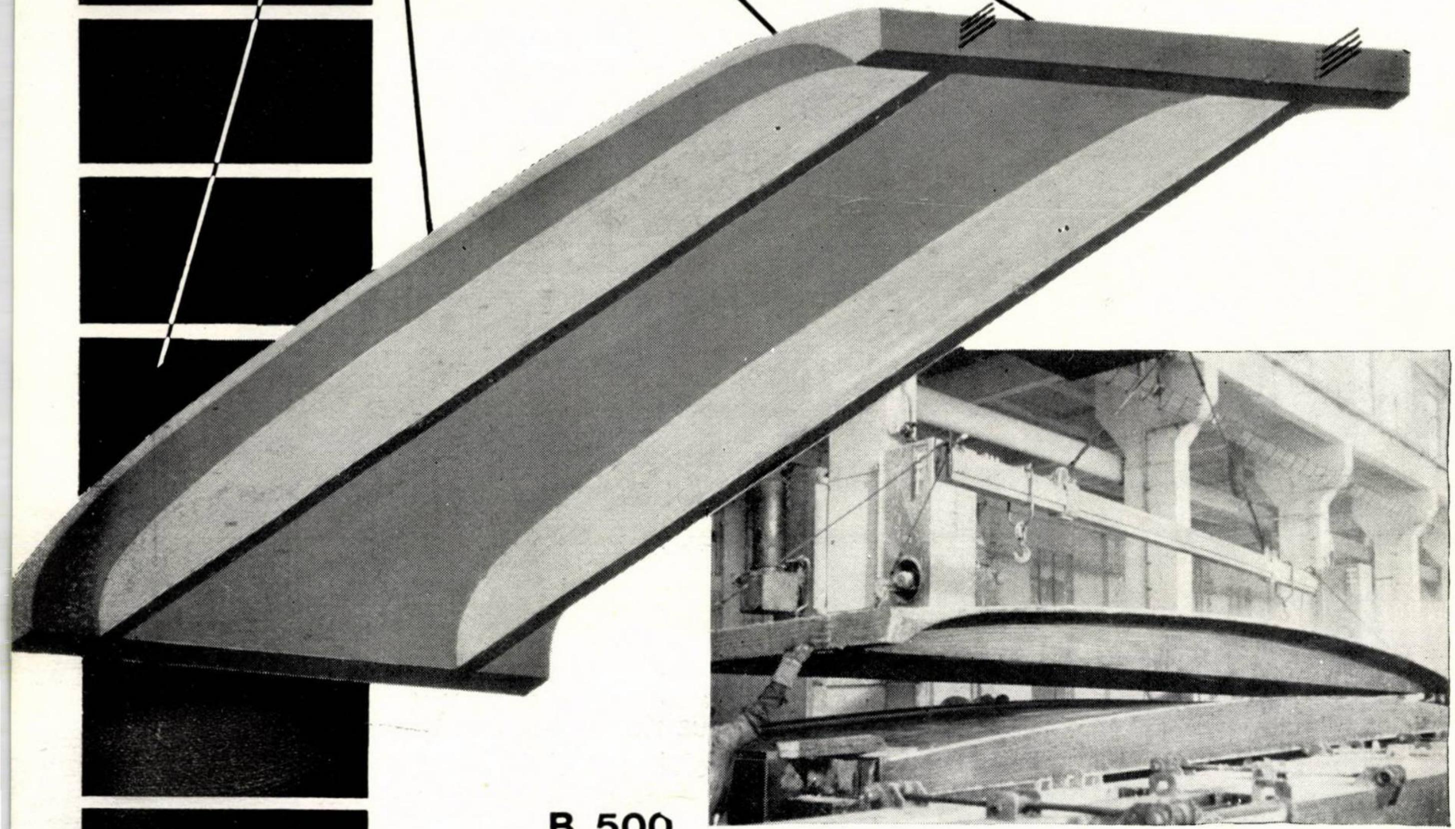
Telefon 22565

Telex 012261

IPEC

NOUTATE!

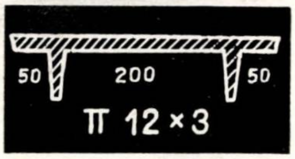
ELEMENTE DE ACOPERIŞ CURBE
IN SECŢIUNE TT SAU T DIN BETON
ARMAT PRECOMPRIMAT DE 12 × 3 m
12 × 1,5 m



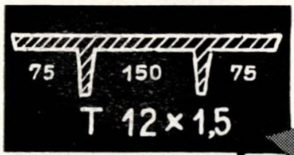
B 500

Izolaţie termică cu gaz beton
Sarcină totală, inclusiv zăpada, fără greutate proprie = 265 kg/m²
Izolaţie termică cu polistiren S_t = 165 kg/m²

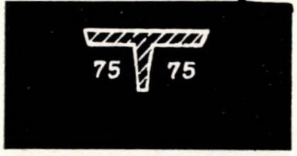
- Consum redus de beton şi oţel
- Supleţe
- Suprafaţă mare de acoperire
- Economic
- Sarcini portante sporite



TT 12×3



T 12×1,5



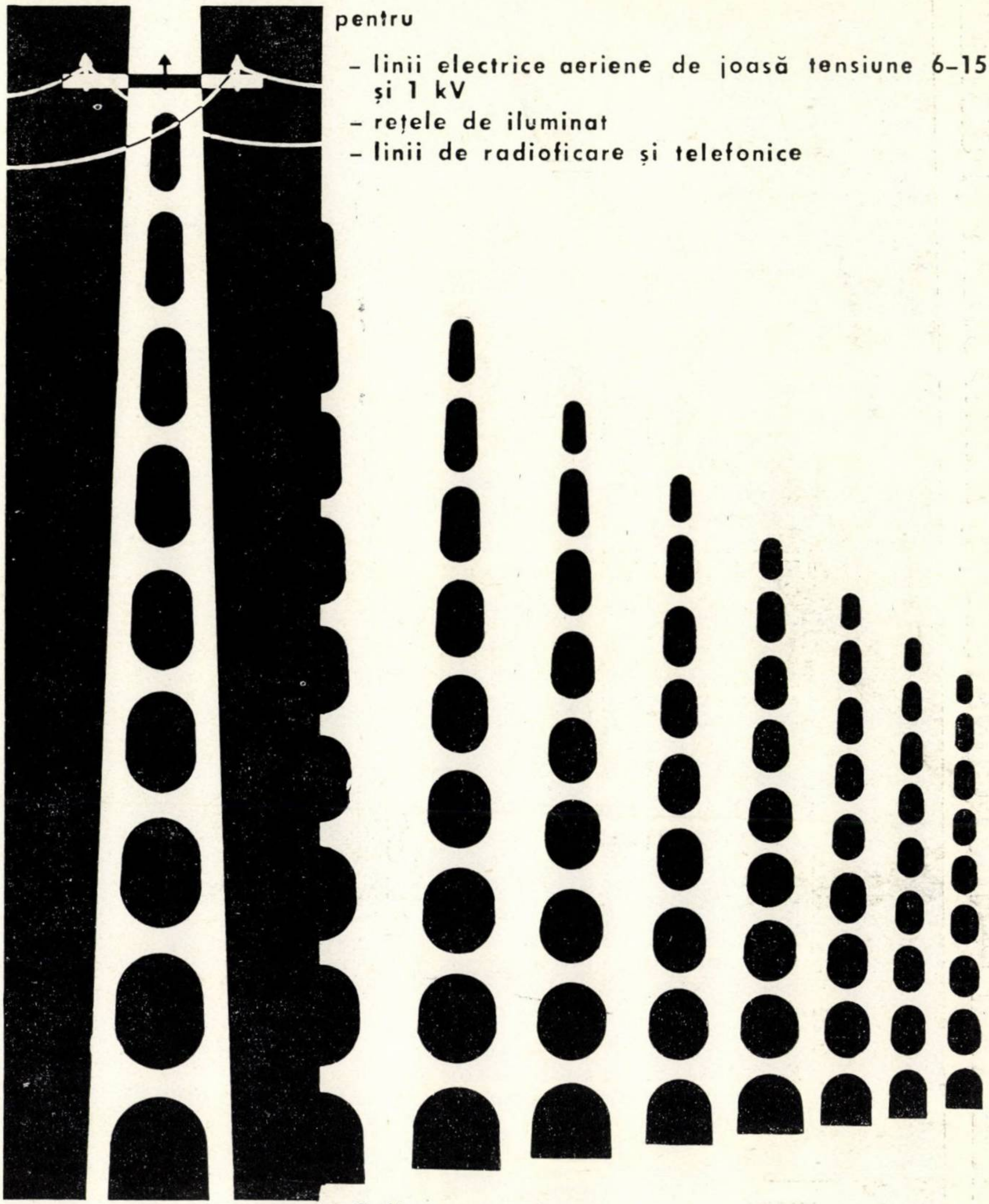
$m^2 = 36$

Oferă

Întreprinderea de prefabricate
şi elemente de construcţii
BRAŞOV

Str. Carpaţilor nr. 93
Telefon 22565 • Telex 012261

STÎLPI DE BETON PRECOMPRIMAT PENTRU
LINII ELECTRICE AERIENE



pentru

- linii electrice aeriene de joasă tensiune 6–15 kV și 1 kV
- rețele de iluminat
- linii de radioficare și telefonice

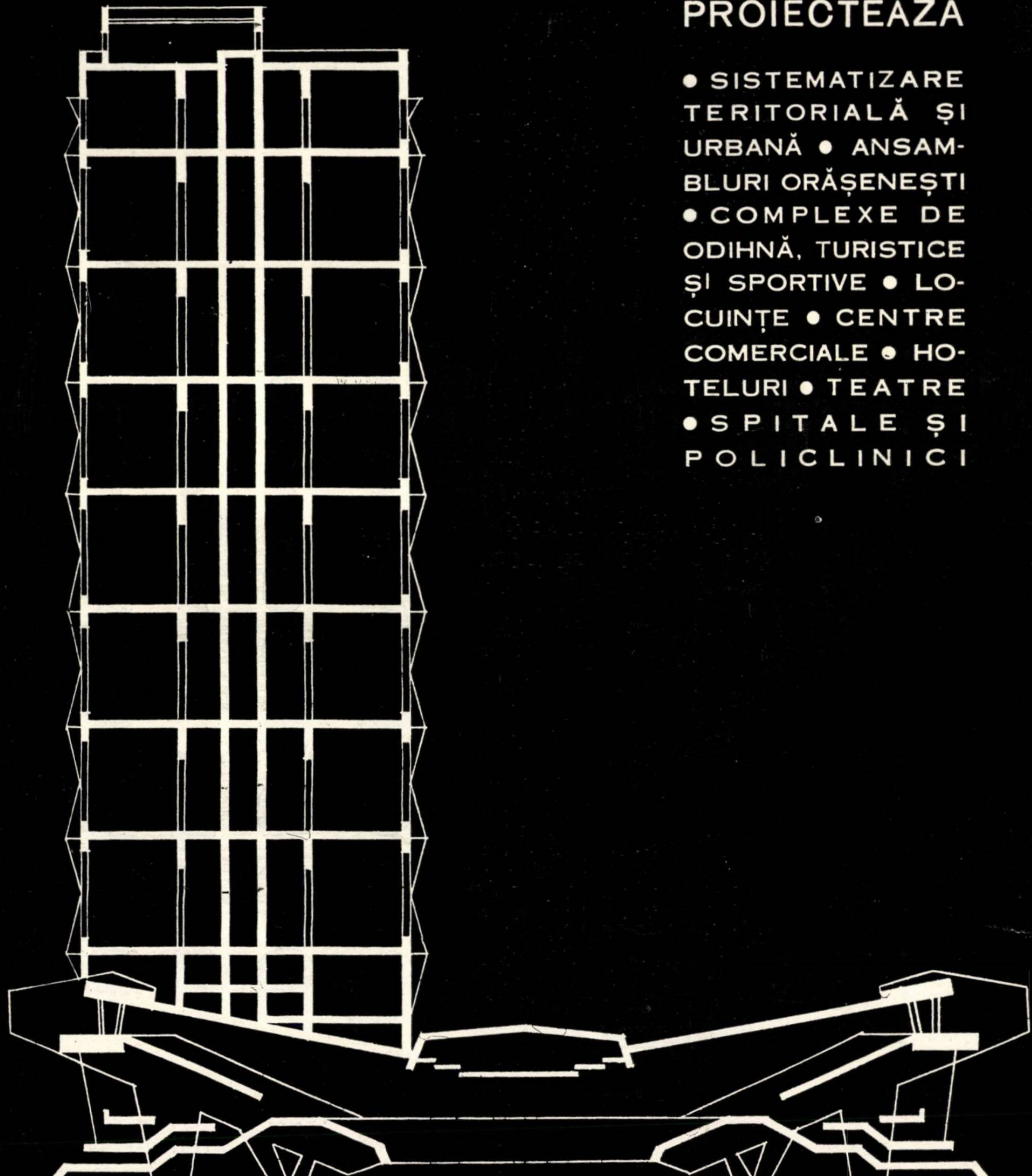
$SE_4 = 10$ m
$SE_9 = 14$ m
$SE_{10} = 10$ m
$SE_{11} = 10$ m

- Calitate superioară
- Durată îndelungată de folosire
- Preț de cost redus
- Coeficienți de siguranță ridicați la fisurare și rupere
- Reducerea totală a consumului de material lemnos
- Cheltuieli minime de întreținere
- Simplitate la montaj

Vă oferă pe bază de repartiție

IPEC

ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE ȘI ELEMENTE DE CONSTRUCȚII
BRAȘOV
Str. Carpaților nr. 93 ● Telefon 22565 ● Telex 012261



INSTITUTUL DE STUDII ȘI PROIECTĂRI PENTRU CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

PROIECTEAZĂ

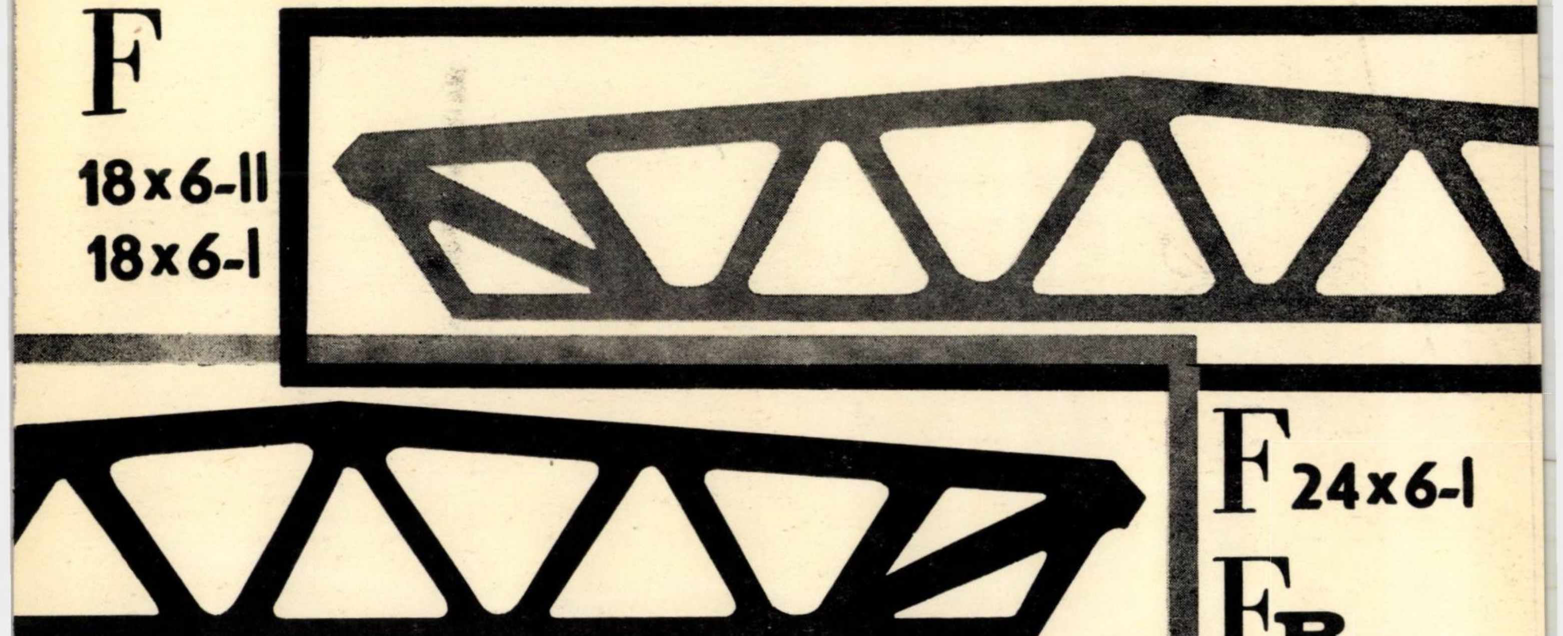
● SISTEMATIZARE TERITORIALĂ ȘI URBANĂ ● ANSAMBLURI ORĂȘENEȘTI ● COMPLEXE DE ODIHNĂ, TURISTICE ȘI SPORTIVE ● LOCUINȚE ● CENTRE COMERCIALE ● HOTELURI ● TEATRE ● SPITALE ȘI POLICLINICI

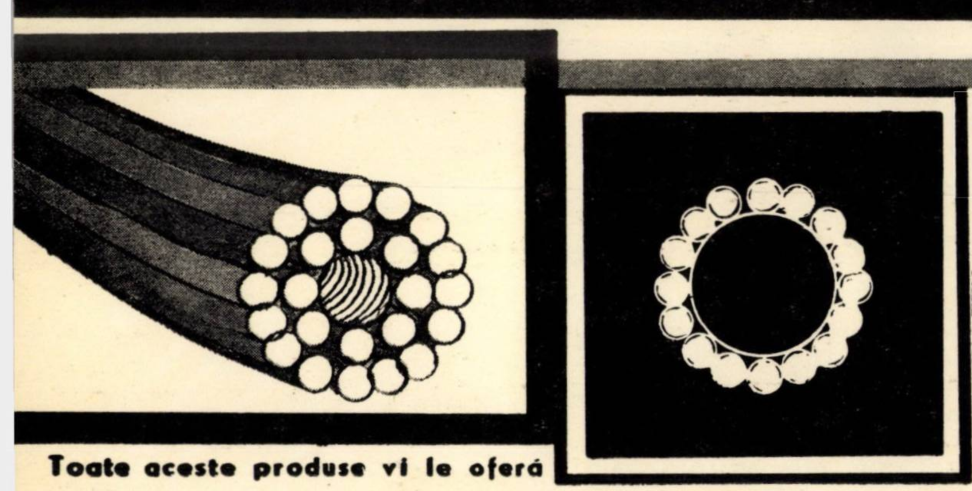
ISCAS

BUCUREȘTI 13 ● STRADA SNAGOV NR. 53—55 ● TELEFON: 11.78.40

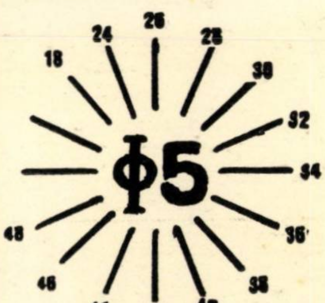
ELEMENTE DE FERME DIN BETON ARMAT PRECOMPRIMAT

Folosind aceste elemente aveţi următoarele avantaje
- Consum redus de beton
- Consum redus de oţel
- Economie de material lemnos
- Calitate superioară
- Reducerea timpului de realizare a acoperişului
- Grad mare de universalitate


F
18x6-II
18x6-I
F 24x6-I
FR 6



Executăm cablaje S.B.P. cu următoarele grupări


18
24
26
28
30
32
34
36
38
40
42
44
46
48
Φ5

Toate aceste produse vi le oferă

ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE ŞI ELEMENTE DE CONSTRUCŢII BRAŞOV

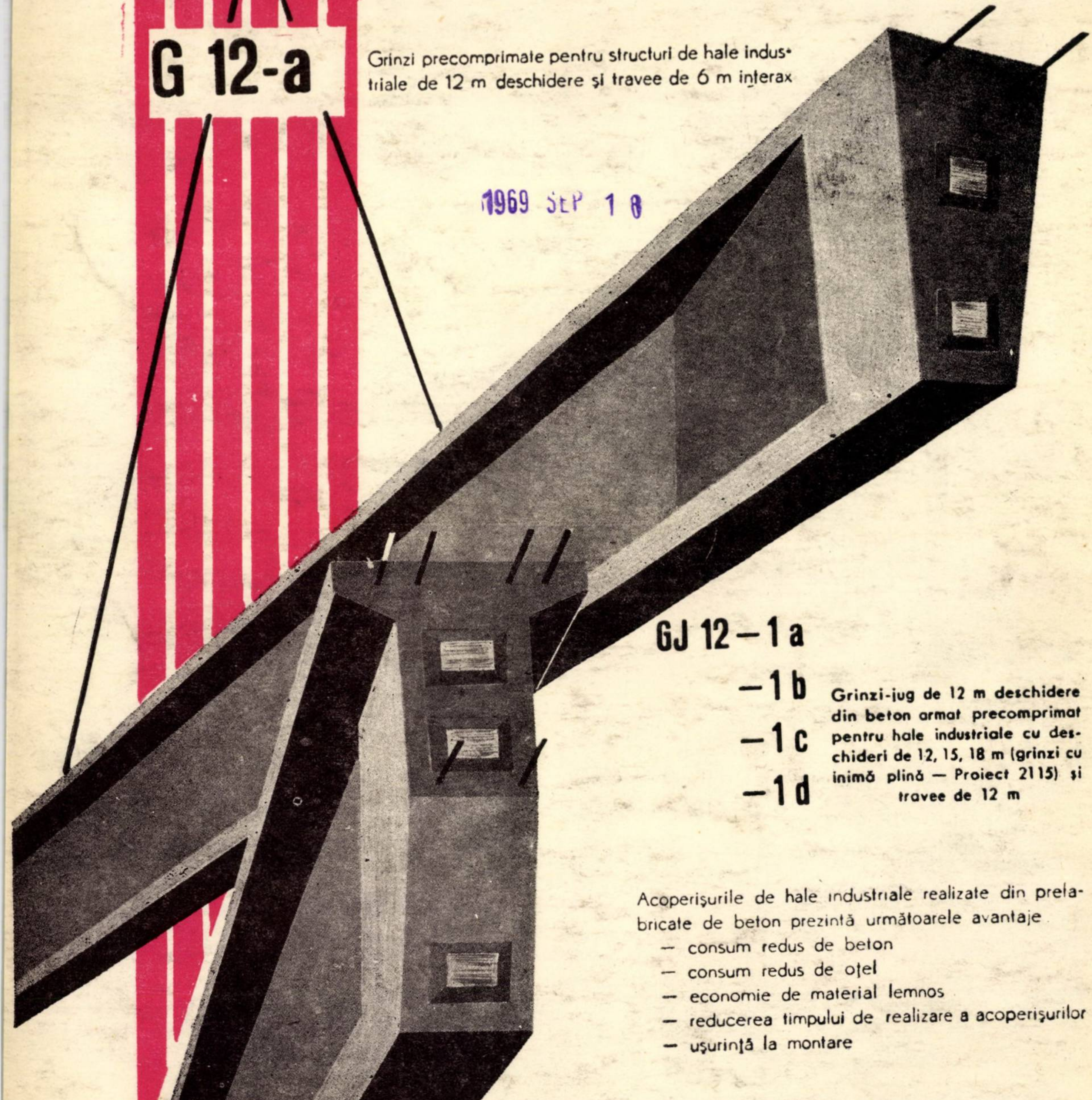
Str. Carpaţilor nr. 93 • Telefon 22565 • Telex 012261

IPEC

G 12-a

Grinzi precomprimate pentru structuri de hale industriale de 12 m deschidere și travee de 6 m interax

1969 SEP 18



GJ 12—1 a
—1 b
—1 c
—1 d

Grinzi-jug de 12 m deschidere din beton armat precomprimat pentru hale industriale cu deschideri de 12, 15, 18 m (grinzi cu inimă plină — Proiect 2115) și travee de 12 m

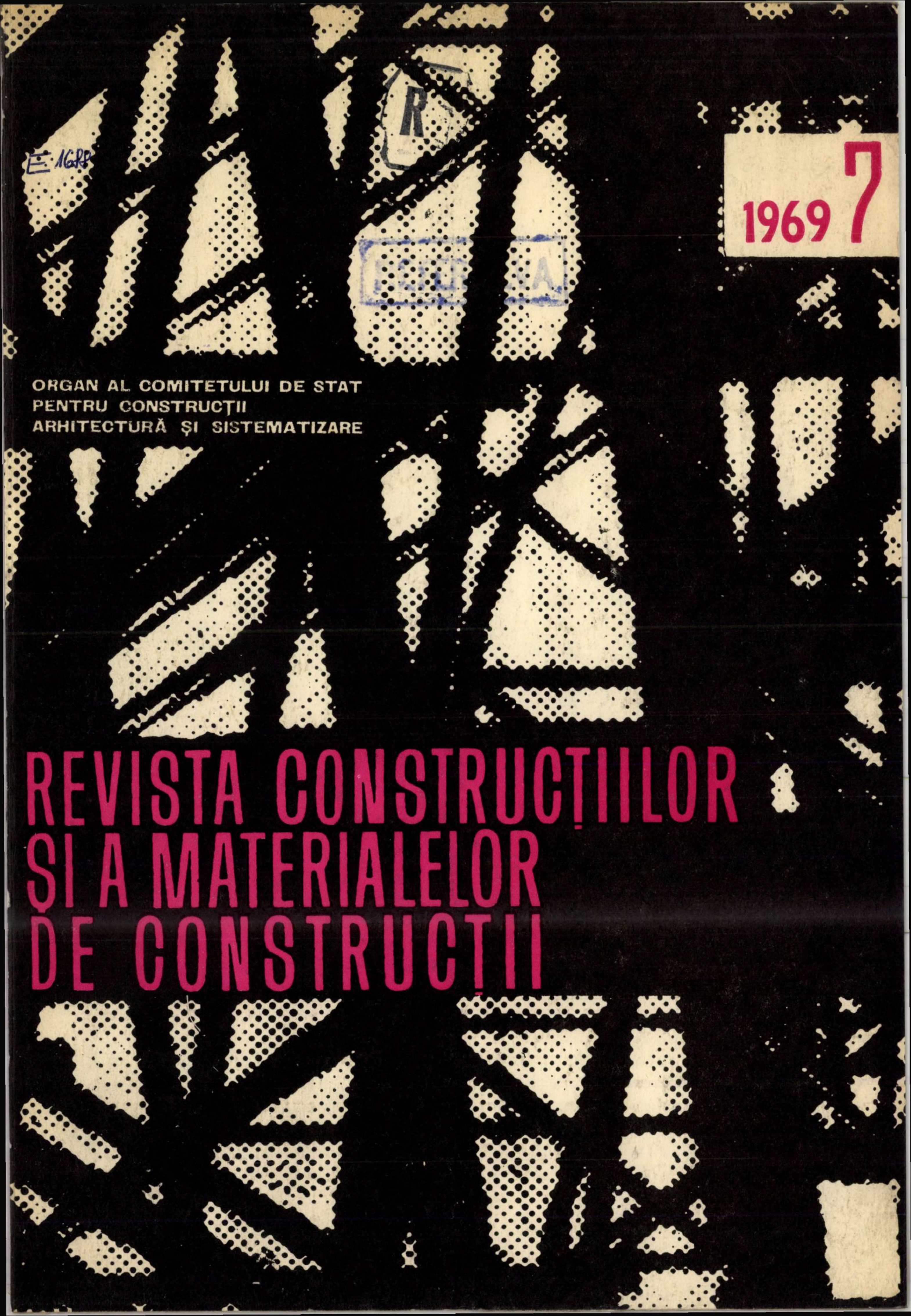
Acoperișurile de hale industriale realizate din prefabricate de beton prezintă următoarele avantaje

- consum redus de beton
- consum redus de oțel
- economie de material lemnos
- reducerea timpului de realizare a acoperișurilor
- ușurință la montare

Livrăm cu repartiție

ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE ȘI ELEMENTE DE CONSTRUCȚII BRAȘOV

Str. Carpaților nr. 93 ● Telefon 22565 ● Telex 012261

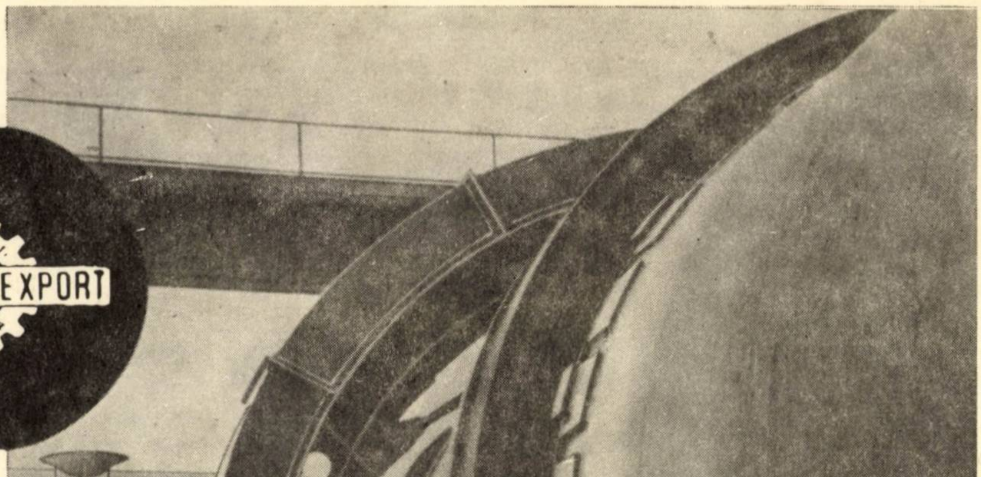


E: 16RP

1969 7

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT
PENTRU CONSTRUCŢII
ARHITECTURĂ ŞI SISTEMATIZARE

REVISTA CONSTRUCŢIILOR ŞI A MATERIALELOR DE CONSTRUCŢII



supplies

COMPLETE CEMENT FACTORIES

equipped with technological lines of 300—800 tons clinker/24 h. capacity working by the wet fabrication method and with technological lines of 300—2,000 tons clinker/24 h. capacity working by the dry fabrication method with multicyclone heat exchanges.

It also supplies complete fabrication sections, separate installations or parts of installations.

Upon request, technical and economic studies are carried out, and technical assistance is granted for the building of new factories, or the extension and modernization of existing ones.

INDUSTRIALEXPORT

2, Gabriel Péri St., Bucharest, ROMANIA ● Telephone 116
Telex 214 and 215 ● Cables: INDEXPORT Bucharest

E 1688

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT PENTRU
CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

M. K. ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT
1883

7

1969

VOLUMUL 21, Nr. 7

IULIE 1969

SUMAR

AL. VIȚU
Protecția anticorosivă a construcțiilor 337
AL. VASILIU, D. TEODORESCU, VICTORIA MILEA
Zone cu agresivitate carbonică și sulfatică pentru betoane și mortare pe teritoriul României 339
D. TEODORESCU, GEORGETA PIPERA
Stabilirea naturii și concentrației mediilor corosive existente în incinta unor hale din industria chimică anorganică 341
I. KOPPEL, D. TEODORESCU, AL. VASILIU
Sisteme de protecție anticorosivă la bazinele de beton pentru soluții de sulfat de aluminiu din stațiile de tratare a apei 344
CORNELIA SOLACOLU, D. TEODORESCU, AL. VASILIU
Mărirea rezistenței la agresivitate sulfatică a tuburilor de beton precomprimat tip Premo . 352
D. TEODORESCU, GEORGETA PIPERA, GH. STAMATE, I. FĂCĂOARU
Cercetări privind comportarea mortarelor de ciment cu adaos de latex de cauciuc în medii acide diluate 356
A. MIHUL, A. ZĂICESCU, C. CAPAȚU, A. CUCIUREANU
Instalație pentru încercarea elementelor de beton armat și beton precomprimat la coroziune . 361
D. TEODORESCU, D. MORARU, FLORICA TAFLAN, AL. ROMANESCU, VIRGINIA CELEA
Contribuții la stabilirea unei metode de determinare a rezistențelor la coroziune ale elementelor în apa de mare 365
G. COSMA, S. MINEA, M. SORIN
Comportarea unor sisteme de vopsire pe bază de rășini sintetice în microclimatul maritim al țării noastre 368
S. ȘIȘMAN, N. NEDELCU, D. GRAM
Masticuri bituminoase rezistente la medii chimice corosive 372
M. ALBIGÉS
Formarea cadrelor 375
J. PERCHAT
Cercetările din Franța în domeniul construcțiilor de beton armat și de beton precomprimat 378
P. CHALET
Marile ansambluri de locuințe și industrializarea construcțiilor în Franța 383

CRONICA
RECENZII
DOCUMENTARE

43 305

Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții, organ al Comitetului de Stat pentru Construcții, Arhitectură și Sistematizare — Redacția, administrația și casieria : București, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon : 16.49.14. Abonamentele se primesc numai la sediul redacției. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.39 Direcția Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacția publicațiilor „Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții“ și „Arhitectura“

Prețul unui exemplar lei 8

Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul : Întreprinderea Poligrafică „Informația“ — București. c. 3466

SUMMARY

AL. VIȚU : Anticorrosive coating of buildings

AL. VASILIU, D. TEODORESCU, V. MILEA : Zones of carbonate and sulfate aggressiveness on concretes and mortars within the national territory of Romania

The work is an attempt of delimiting these zones of the national territory of Romania within which the ground waters are naturaly aggressive (carbonate and sulfate aggressiveness) for cement concretes and mortars.

This zoning was carried out on the basis of chemical analyses performed by the Institute of Balneology and Physiotherapeutics (IBF) on samples of ground water extracted from either natural sources, wells or borings. All chemical analyses were interpreted from the view point of the aggressiveness for cement concretes and mortars.

The report stresses the fact that there are many zones in this country showing either carbonate or sulfate or even both types of aggressivenes ; these zones have been then roughly delimited on the map on the basis of the chemical data given in the appendices. The material is of a certain interest for any designer since it draws one's attention on certain zones of probable natural aggressiveness where special attention should be paid to the investigation of the building site as well as to the protective measures to be taken in each case apart.

D. TEODORESCU, GEORGETA PIPERA : Determination of the nature and intensity of corrosive media existing within the precincts of an industrial unit o the inorganic chemistry branch

A study was carried out by INCERC for exactly knowing the nature and intensity of corrosive media existing within the precincts of the factory buildings belonging to an inorganic chemical industry and so determining the most efficient means for protecting plain and reinforced concrete building elements; following corroding factors were determined :

- nature and concentration of corrosive gases
- relative moisture content
- pH values of atmospheric air and of samples extracted from water used for washing the building components
- atmospheric powders.

Determinations were carried out every three months and at various stages within the 1967 – 1968 period in factories belonging to the following branches :

- sulphuric acid and superphosphates
- chlorine and soda products
- nitrogen and ammonia.

A synthesis of the results collected are exposed in the present report; the degree of aggressiveness was interpreted with constant reference to the project of standard elaborated in May 1968 by the Standardization Institute of the Council for Mutual Economic Aid for classifying aggressive media.

I. KOPPEL, D. TEODORESCU, AL. VASILIU : Corrosion resistant coating of concrete tanks used for storing aluminium sulfate solutions in water treatment plants

Tests were carried out with bituminous materials and materials on the basis of polyvinyl acetate (Aracet) in order to eliminate the use of lead slabs and realize more efficient coatings, yet at a lower cost, for both dissolving and diluting tanks.

Different types of cement concrete and mortar samples were used namely : big and small slabs and tanks. The samples previously protected by coatings of different kinds – bituminous materials and polyvinyl acetate products – were then exposed to the aggressive action of either concentrated or diluted aluminium sulfate solutions.

Behaviour was appraised visually and in the enclosed photographs one may examine the aspect of various coatings (at surface and in depth) at different immersion times (some of which even reached 400 days).

The conclusions drawn from these tests clearly show the satisfactory behaviour of certain bituminous materials and demonstrate the possibility of realizing a coating with materials on the basis of polyvinyl acetate.

CORNELIA SOLACOLU, D. TEODORESCU, AL. VASILIU : Increased resistance of prestressed concrete PREMO pipes against sulfate aggressiveness

In their attempt to find a system for protecting prestressed concrete pipes against the influence of soils and ground waters showing sulfate aggressiveness, the authors have studied a series of cements for gunited mortars ; they had to offer, either single or combined with different admixtures, an increased resistance against that sort of aggressiveness and equally meet the requirements of prestressed concrete pipes technology.

The laboratory studies have been carried out on following types of cements ; RIM 200 cement (Fieni), maritime Portland cement (Cernavpdă), deep bore cement (experimental batch Gura-Văii) and RIM 400 cement (experimental batch Fieni).

Different percentages of the following admixtures have been used to increase the resistance of the cements against sulfate aggressiveness : structural plaster, thermoelectric power plants ashes and blast furnace slag.

The laboratory investigations have been continued with tests carried out at the ,,Progresul'' works for precast reinforced concrete components of Bucarest ; they were intended to directly check in plant the possibility of using maritime Portland cement and RIM 200 cement with admixtures when preparing the gunited mortar. The test pipes have bean laid in the Izvarna-Rovinari zone, in soils showing sulfate aggressiveness ; the pipes, which are part of the water mains supplying the town of Craiova, are still under observation.

D. TEODORESCU, GEORGETA PIPERA, GH. STAMATE, I. FĂCĂOARU : Investigations on the behaviour of cement mortars with a rubber latex admixture in diluted acid media

Adding latex to cement mortars increases their imperviousness, their tensile strength and diminishes their trend to microcracking – namely to creating access ways for corrosion agents. It also brings down the W/C ratio increases the workability of cement mortars and their resistance to aggressive media.

The report refers to the laboratory tests carried out on cement mortars with latex admixture in order to state their resistance against corrosion. Following types of latex from abroad have been used :

- Dow Latex 560 from The Chemical Company, Switzerland-Austria
- Latex Compund type B 3118 from Revertex, Great Britain (London)
- Lytex type A 5213 from Bayer, Federal Republic of Germany.

The investigations have been carried by both destructive and nondestructive methods.

The results attained have lead to the following conclusions :

1. Adding latex to cement mortars confers them an increased resistance against aggressive solutions of diluted acids such as HCl, HNO_3 when regular cement mortars generally do not resist.
2. Cement mortars with an admiyture of latex have behaved unsatisfactorily in diluted solutions of H_2SO_4.
3. Among all the types of latex used as admixtures to cement mortars it was found that samples made with butadiene-styrene latex B 3118 have behaved best ; they were followed by the samples made with butadiene-styrene latex Dow 560 and an anti-foaming admixture on the basis of silicones.
4. Mortars with latex admixtures behave differently from cement mortars with no admixtures : aggregates do not fall out even when the cement is partly or totally dissolved and do neither lose shape or size while ordinary mortars are completely and speedily deteriorated.
5. Nondestructive (ultrasonic) methods have enabled the authors to most accurately observe the evolution of corrosion in time, in cement mortars both with or without admixtures.

A. MIHUL, A. ZAICESCU, C. CAPATU, A. CUCIUREANU : Plant for testing the resistance of reinforced and prestressed concrete elements against corrosion

The paper describes an original procedure for testing in laboratory reinforced and prestressed concrete elements when exposed to corrosive media. The plant has been conceived according to the principle of the mill wheel. The reinforced and prestressed concrete elements are loaded (by various procedures) and then fixed, either cracked or not, on a hexagonal rack which latter revolves by means of an axle driven by a motor over a reducer. This removes the peril of the material becoming passive to the influence of aggressive agents and also provides identical conditions (duration, medium, contact with the atmosphere and the aggressive liquid etc.) for testing various elements. Following criteria have been chosen for a qualitative and quantitative appraisal of the influence exerted by corrosion phenomena on the element : control of the aspect of the elements exposed to corrosion, loss of weight, variation of the mechanical characteristics of the element (rigidity, stress-strain line, cracking, loss of load bearing capacity), testing of bars and cylinders extracted from elements exposed to corrosion and comparison with identical samples extracted from elements kept under normal conditions ($\sigma_{0,01}$, $\sigma_{0,2}$, σ_C, R_C, F_a, E_b etc.).

The entire installation has been realized at the Yassy branch of INCERC and it permits to simultaneously test 24 small beams of not more than 2.5 m in length.

D. TEODORESCU, D. MORARU, FLORICA TAFLAN, A. ROMANESCU, VIRGINIA CELEA : A contribution to stipulating a method for determining the corrosion resistance of cements in sea waters

The report briefly surveys several methods for a speedy determination of the resistance of cements against sulfate aggressiveness, as quoted in the technical literature, and adds several improvements in order to adapt them to the study of the influence of sea water aggressiveness on cements.

It was aimed at determining the behaviour of the cements under the combined influence of several corrosion agents existant in sea water (SO_4^{2-} ions, magnesium ions, chlorine ions).

The studies were carried out on industrially manufactured cements whose whose composition and characteristics were both known.

It was found that while the Bogue-Taylor modified method does not yield conclusive results, the modified TGL and ASTM methods have proved in a higher degree sensitive in determining the behaviour of cements in sea water than in media of merely sulfate aggressiveness.

G. COSMA, S. MINEA, M. SORIN: On the behaviour of several paints made with synthetic resins exposed to the maritime microclimate of this country

The report deals with the results attained with several types of paints made with synthetic resins and exposed to the action of the maritime microclimate of our country – I.C.P.E. station on the Black Sea shore, namely : epoxy-ester resins, epoxy-amine resins, alkyd-melamine resins, alkyd resins chlorine-rubber resins, perchlorvinyl resins, acryl and polyurethane resins. All of the above mentioned coatings have been exposed for at least two years.

The results attained under natural microclimatic conditions are shown in comparison with those attained when the same coatings are tested in laboratory.

It is emphasized that most of the tested coatings have provided full anticorrosive protection of the ground metal (steel) throughout the whole exposure period under the conditions prevailing on our country's sea shore.

I. ŞIŞMAN, N. NEDELCU, D. GRAM: Resisting bituminous mastics for chemically aggressive media

This article describes the research work carried out by LC-MCICR on resisting bituminous mastics for chemically aggressive media with special reference to nitric acid, ammonium nitrate and hot concentrated solutions of alkaline hydroxides.

It was found that an improved resistance toward nitric acid and ammonium nitrate can achieved through a composition consisting of bitumen G and talc filler whereas for alkaline media it is recommendable to choose bitumen C polyethylene plastified and with a high percentage of filler (60 percent). It was equally found a composition for obtaining pulverulent bituminous mastics which do not require any more batching on site; this mixture is based on bitumen E whose softening point is 125°C.

M. ALBIGÉS: Staff training

The author shows how the training of the engineering staff is being solved in France.

Schools of engineering are completely separate from the University ; every secondary school graduate who wants to attend an engineering school has to

go first to a preparatory school where a selection is made of those who are going to become engineers.

The author emphasized the serious mathematical training of the students but he also mentions the drawbacks of the educational system which does not pay due attention to the practical side of the matter.

J. PERCHAT: French investigations in the field of reinforced and prestressed concrete structures

The author first broadly describes how the research activity is organized in France and then particularly dwells on the concerns in the field of reinforced and prestressed concrete structures.

P. CHALET: Large housing projects and industrialized building systems in France

The heavy losses due to air raids have forced people in France to review their opinions after the second World War, abandon individual reconstruction and turn to real urban renewal.

Large housing schemes have thus been created to replace old quarters, harbours have been developed, industrial estates built etc.

The continuously increasing population demanded the construction of 5,000,000 houses during the 1945—1968 period; construction therefore extended over suburban zones since this permitted the implementation of comprehensive housing programs.

The paper shows the measures taken for implementing such programs — industrialization of building, allocation of funds, manpower supply, utilization of new types of building materials etc.

The author also makes us acquainted with the investigations in progress for finding adequate architectural solutions.

SOMMAIRE

AL. VIȚU: Protection anticorrosive des constructions

AL. VASILIU, D. TEODORESCU, V. MILEA: Zones à agressivité carbonique et sulfatique envers les bétons et les mortiers, sur le territoire de Roumanie

C'est un travail de cartographie géologique de la Roumanie, où les auteurs dressent les zones dont les eaux souterraines présentent des agressivités naturelles (sulfatique et carbonique) envers les bétons et les mortiers de ciment.

Le travail de cartographie a été entrepris sur la base des analyses chimiques effectuées par l'Institut de Balnéologie et Physiothérapie (IBF), sur des épreuves d'eaux souterraines prélevées sue les sources naturelles, puits et forages. Les analyses chimiques étaient interprétées du point de vue de leur aggressivité à l'envers les bétons et les mortiers de ciment.

Les auteurs soulignent le fait que la Roumanie abrite beaucoup de zones à agressivité carbonique, sulfatique ou bien présentent les deux types d'agressivité; ces zones sont délimitées avec approximation sur la carte, sur la base de données chimiques présentées dans l'annexe. Le matériel est intéressant pour ceux qui s'occupent des études de projection, car il attire l'attention sur les zones sujettes une à agressivité naturelle probable, où il faut apporter un soin particulier à la prospection des terrains destinés à supporter les constructions futures et aux mesures de protection requises pour chaque cas en particulier.

D. TEODORESCU, GEORGETA PIPERA: Détermination de la nature et concentration des milieux corrosifs dans l'enceinte des halls industriels appartenant à la chimie anorganique

Afin de connaitre exactement la nature et la concentration des milieux corrosifs dans l'enceinte des halls industriels appartenant à la chimie anorganique — ce qui permettra de prendre les mesures les plus efficaces pour protéger les structures en béton et en béton armé — l'INCERC s'est engagé dans un programme de recherches dont le but est de déterminer les facteurs de corrosion qui interviennent dans ce cas, à savoir :

- nature et concentration des gaz corrosifs;
- humidité relative;
- pH de l'air et des épreuves de lavage des surfaces des structure en question;
- poudres entraînées dans l'air.

Les déterminations se sont poursuivies, par trimestre et par étapes, de 1967 à 1968, dans des fabriques appartenant aux industries suivantes :

- acide sulfurique et superphosphates;
- produits chloro-sodiques;
- azote et ammoniaque.

Les auteurs font la synthèse des résultats, l'interprétation du degré d'agressivité étant faite compte tenu du projet de classification des milieux corrosifs, projet dressé par l'Institut de Normalisation CAER, en Mai 1968.

I. KOPPEL, D. TEODORESCU, AL. VASILIU: Systèmes de protection anticorrosive pour les bassins en béton destinés à recevoir les solutions de sulfate d'aluminium dans les installations pour le traitement de l'eau

Des recherches et essais extensifs ont été entrepris sur des matériaux bitumineux et sur des matériaux à base d'émulsion de polyacétate de vinyl (Aracet), dans le but de trouver un remplaçant pour les revêtements en plaques de plomb et de réaliser de cette manière des systèmes de protection efficaces et aux essais, à savoir : plaques et cuves, petites et grandes. Les échantillons protégés par différents systèmes de protection à base de matériaux bitumineux et à base de polyacétate vinylique, étaient soumis à l'action agressive des solutions concentrées et diluées de sulfate d'aluminium.

Le comportement était estimé à l'œil et les photos qui accompagnent le texte montrent l'aspect de certains systèmes de protection (à la surface et en section), pour différents périodes d'immersion (en certains cas, même après 400 jours).

Les conclusions tirées à la suite des essais entrepris montrent le comportement satisfaisant de certains matériaux bitumineux, ainsi que la possibilité de réaliser certains systèmes de protection en matériaux à base de polyacétate vinylique.

CORNELIA SOLACOLU, D. TEODORESCU, AL. VASILIU : Résistance accrue envers l'agressivité sulfatique pour les tubes en béton précontraint du type Premo

La nécessité de trouver des solution de protection des tubes en béton précontraint contre l'action des sols et des eaux souterraines à agressivité sulfatique a mis sur pied un programme de recherche sur les ciments employés pour le mortier de torcret ; on a examiné notamment les ciments unitaires et ceux à additions, ayant une résistance accrue envers ce type d'aggression et devant satisfaire aux conditions requises par la technologie de fabrication des tubes en béton précontaint.

Pour les recherches de laboratoire on a employé les ciments suivants : Ciment RIM 200 (Fieni), Ciment maritime-Portland (Cernavoda), ciment de puits de grande profondeur (lot expérimental Gura-Văii) et ciment RIM 400 (lot expérimental Fieni).

Afin d'améliorer la résistance des ciments envers l'action agressives des sulfates on a utilisé — en différents dosages — les additions suivantes : plâtre de bâtiment, cendres de centrales thermiques et laitier de haut fourneau.

Les recherches entreprises en laboratoire ont été suivies d'expérimentations effectuées à l'Entreprises pour Préfabriqués en Béton Armé ,,Progresul'' pour la préparation du mortier de torcret. Les tubes expérimentaux étaient enterrés dans un terrain à agressivité sulfatique, dans la zone Izvarna-Rovinari de la canalisation alimentant en eau potable la ville de Craiova ; les observations se poursuivent.

D. TEODORESCU,G. PIPERA, GH. STAMATE, I. FĂCĂOARU : Recherches sur le comportement des mortiers de ciment à addition de latex de caoutchouc exposés en des milieux acides dilués

Les additions de latex dans les mortiers de ciment augmentent leur degré d'imperméabilité, leur résistance à la tension, et réduisent la tendence envers la micro-fissuration — c'est-à-dire envers la formation des voies d'accès pour les agents corrosifs. Elles réduisent également le rapport E/C, augmentent l'ouvrabilité du mortier de ciment, ainsi que la résistance envers les milieux corrosifs.

L'ouvrage comprend les résultats des recherches entreprises en laboratoire sur des mortiers à additions de latex, en vue de déterminer leur résistance à la corrosion. On a employé les types suivants de latex, procurés de l'étranger :

— Dow-latex 560 — livré par The Chemical Company, Suisse — Autriche.
— Latex Compound sort B 3118 — livré par Revertex, Grande Bretagne (Londres).
— Latex sort A 5213 — Bayer, Rép. Féd. All.

Les recherches comprenaient des méthodes destructives et non-destructives. Les résultats ont montré que :

1. Les additions de latex dans les mortiers de ciment confèrent à ces derniers une résistance accrue envers les solutions corrosives d'acides dilués, comme HCl HNO_3, auxquelles le mortier de ciment ordinaire ne résiste pas.

2. Soumis aux solutions diluées de H_2SO_4, les mortiers de ciment à addition de latex n'ont pas montré un comportement satisfaisant.

3. Parmi les types de latex étudiés comme additions au mortier de ciment, le meilleur comportement s'est avéré celui des échantillons confectionnées au latex butadiène-styrène B3118, suivi de celui témoigné par les échantillons au latex butadiène-styrène Dow 560 à addition anti-moussante à base de solicones.

4. Chez les mortiers à addition de latex, même si le ciment se solubilise partiellement ou en totalité, l'agrégat ne décolle pas ; en effet, il garde sa forme et dimensions, à la différence des mortiers de ciment sans additions qui se désagrègent complètement et dans un délai beaucoup plus court.

5. Les méthodes non-destructives utilisées (ultrasons) ont permis de suivre très précisément l'évolution en temps du phénomène de la corrosion, sur les mortiers de ciment avec et sans addition de latex.

A. MIHUL, A. ZAICESCU, C. CAPATU, A. CUCIUREANU : Installation pour l'essai à la corrosion du béton armé et du béton précontraint

Les auteurs présentent un nouveau procédé original de laboratoire pour l'essai des éléments en béton armé et béton précontraint soumis à l'action d'un milieu corrosif. La conception de l'installation repose sur le principe de la roue de moulin. Les éléments en béton armé et en béton précontraint, mis en charge suivant des procédés divers, à l'état fissuré et non fissuré, sont disposés par deux sur un rayonnage hexagonal tourné par un axe lequel est, à son tour, entrainé à partir d'un moteur par l'intermédiaire d'un réducteur. De cette façon, la passivisation du matériau comme suite à l'action des agents agréssifs est éliminée et l'on assure des conditions identiques (durée, milieu, contact avec l'atmosphère, milieu agressif liquide etc.) pour la mise en charge d'éléments divers. Les critères suivant lesquels on apprécie qualitativement et quantitativement l'effet de la corrosion sur l'élément sont : observations sur l'aspect des éléments corrodés, perte massique, variation des caractéristiques mécaniques de l'élément (rigidité, courbe caractéristique, fissuration, perte de la capacité de résistance), essais des barres et des cylindres prélevés sur les éléments soumis à l'action de la corrosion par comparaison avec les mêmes échantillons prélevés sur des éléments dans les mêmes conditions mais stockes en conditions normales ($\sigma_{0,01}$, $\sigma_{0,2}$, σ_C, R_C, F. , E_b, etc.).

L'installation réalisée à la filiale INCERC-Jassy permet de soumettre simultanément à l'essai un nombre de 24 poutrelles à longueur maxima de 2,5 m.

D. TEODORESCU, D. MORARU, FLORICA TAFLAN, AL. ROMANESCU VIRGINIA CELEA : Contribution à l'établissement d'un méthode servant à déterminer la résistance à la corrosion des ciments immersés dans l'eau de mer

Les auteurs passent brièvement en revue quelques méthodes servant à déterminer rapidement la résistance des ciments envers l'agressivité sulfatique ; ils montrent aussi les améliorations apportées aux méthodes en question afin de les adapter à l'étude de l'effet porté par l'agressivité de l'eau de mer sur les ciments.

Le but poursuivi était de déterminer le comportement des ciments envers l'action simultanée des agents corrosifs existant dans l'eau de mer (ions SO_4^{2-}, ions de magnésium, ions de chlore).

Les recherches ont portées sur les ciments industriels à caractéristiques et composition connues.

Cependant que la méthode Bogue-Taylor modifiée n'a pas abouti à des résultats concluants, les méthodes TGL et ASTM modifiées se sont montrés plus sensibles à la détermination du comportement des ciments dans l'eau de mer qu'en milieux n'ayant qu'une agressivité sulfatique.

G. COSMA, S. MINEA, M. SORIN: Comportement, dans le micro-climat maritime de Roumaine, de quelques systèmes de peinture à base de résines synthétiques

Les auteurs font part des résultats obtenus comme suite à l'exposition dans le micro-climat de Roumanie (Station ICPE située au bord de la Mer Noire) de quelques systèmes de penture à base de résines synthétiques, à savoir : époxiesters, époxiamines, alcoydo-mélaminiques, alcoydiques, chlore-caoutchouc, perchlorovinyliques, acryliques et polyurétaniques. La durée de l'exposition pour les systèmes enumérés était de 2 années au minimum.

Aux fins de la comparaison, à côté des résultats obtenus dans le microclimat naturel on présente également les résultats obtenus avec les mêmes systèmes en conditions d'essais de laboratoire.

Il est montré que pour la durée de l'exposition, la majorité des systèmes micro-climat maritime de la Roumanie.

ȘIȘMAN, N. NEDELCU, D. GRAM: Mastics bitumineux résistant aux milieux chimiques corrosifs

Les auteurs font part des travaux entrepris par le LCMCICR sur quelques mastics bitumineux résistant aux milieux chimiques corrosifs, et notamment à l'acide azotique, à l'azotate d'ammonium et aux solutions d'hydroxydes alcalins concentrées et à une température élevée.

Pour accroître la résistance envers l'acide azotique et l'azotate d'ammonium on a préparé une composition à base de bitume G filérisé de talc, tandis que pour les milieux alcalins, une composition de bitume C plastifié à polyéthylène et fortement filérisée (60%). On a encore préparé une composition grâce à laquelle on obtient des mastics bitumineux pulvérulents qui éliminent la nécessité du dosage sur le chantier, en employant à cet effet un bitume E à point de ramollissement de 125°C.

M. ALBIGÈS: Formation des cadres

L'auteur décrit le mode dont se poursuit la formation de l'ingénieur en France.

Les Écoles d'ingénieurs, nous dit'il, n'ont aucun rapport avec l'Université et, pour y entrer, les anciens élèves des lycées doivent passer par une école préparatoire dont le rôle est de sélectionner les futurs ingénieurs.

L'auteur insiste sur l'exigence requise à la formation mathématique des élèves, soulignant en même temps les défauts du système d'enseignement, lequel n'insiste pas assez sur le côté pratique.

J. PERCHAT: Recherches dans le domaine des constructions en béton armé et en béton précpntraint, en France

Les grandes lignes suivies par l'organisation de l'activité de la recherche en France sont indiquées; l'auteur insiste sur les thèmes principaux posés dans le domaine du béton armé et du béton précontraint.

P. CHALET: Les grands ensembles d'habitation et l'industrialisation des constructions en France

Après la deuxième guerre mondiale, les dégats provoqués par les raids aériens ont obligé la France d'abandonner les solutions de reconstruction individuelle en faveur d'une véritable restructuration urbaine.

C'est ainsi qu'ont pris naissance les grands ensembles d'habitation qui ont remplacé les vieux quartiers, que les ports ont été agrandis, qu'on a créé les zones industrielles etc.

La croissance démographique, depuis 1945 et jusqu'en 1968, a rendu nécessaire la construction de 5 000 000 appartements, les constructions étant poussées jusqu'aux terrains vagues périphériques qui permettaient la réalisation de programmes de grande ampleur.

L'auteur décrit les mesures prises pour assurer la réalisation du plan, quant à l'industrialisation des constructions, à l'allocation des fonds nécessaires, aux questions soulevées par la main-d'œuvre, à l'emploi de nouveaux matériaux de construction, etc.

Il présente également les recherches entreprises pour trouver des solutions architecturales adéquates.

INHALT

AL. VIȚU: Korrosionsschutz im Bau

AL. VASILIU, D. TEODORESCU, V. MILEA: Zoneneinteilung des Landesterritoriums Rumäniens nach der bestehenden Karbonat- oder Sulfatangriffsgefahr für Betone und Mörtel

Im Artikel wird versucht das gesamte Landesgebiet in Zonen einzuteilen auf Grund der natürlichen Sulfat- oder Karbonatangriffsgefahr der Grundwasservorkommen gegenüber Zementbetone und Mörtel.

Die Zoneneinteilung geschah auf Grund der vom Institut für Badekunde und Physiotherapie (I.B.F.) durchgeführten chemischen Analysen; die Grundwasserproben wurden aus natürlichen Quellen, Brunnen und Bohrungen entnommen. Die chemischen Analysen wurden hinterher eingehend gedeutet vom Standpunkt der Angriffsgefahr gegenüber Zementbetone und Mörtel aus.

Der Artikel hebt hervor die Tatsache dass es hierzulande zahlreiche Zonen gibt die eine Karbonat-, Sulfat- oder gemischte Angriffsgefahr aufweisen; auf Grund der in den Beilagen angegebenen Daten ist es gelungen diese Zonen annähernd auf der Landeskarte abzugrenzen. Der Beitrag ist besonders interessant für den Entwurfsingenieur da er dessen Aufmerksamkeit auf diejenigen Zonen natürlicher Angriffsgefahr lenkt in denen man nicht unterlassen kann den Baugrund sorgfältig zu untersuchen und die zweckmässigsten Schutzmassnahmen vorzuschreiben.

D. TEODORESCU, GEORGETA PIPERA: Bestimmung der Beschaffenheit und Konzentration einzelner korrosionsgefährlichen Zonen im Inneren einer Halle der anorganischen chemischen Industrie

Im INCERC wurden Untersuchungen vorgenommen abgezielt auf eine genaue Kenntniss der Beschaffenheit und Konzentration der angriffsgefährlichen Zonen die in der Umgebung der Hallen einer anorganischen chemischen Industrie vorkommen und auf eine darauffolgende Bestimmung der zweckmässigsten Schutzmassnahmen die angewandt werden sollen im Falle von Beton- und Stahlbetonbauteilen; folgende Faktoren wurden erforscht:

- Beschaffenheit und Konzentration angriffsgefährlicher Gase
- relative Feuchtigkeit
- pH-Wert der Luft und der Proben entnommen aus dem Wasser mit dem man die Oberflächen der Bauteile abwusch
- Staubgehalt der Luft

Die Messungen wurden dreimonatlich und etappenweise in den Jahren 1967–1968 durchgeführt u.zw. in Fabriken folgenden Industriezweigen angehörend:

- Schwefelsäure und Superphosphat
- Chlor und Soda Produkte
- Stickstoff und Ammoniak

Im Artikel wird vorgeführt eine Synthese der erlangten Ergebnisse; bei der Bestimmung der Angriffsgefahr bediente man sich des Vorschlages für ein Klassifizierung der Angriffsgefährlichen Medien – Entwurf des Normungsinstituts des RGWH, Mai 1968.

I. KOPPEL, D. TEODORESCU, AL. VASILIU: Korrosionsschützende Mittel für die Betonbecken die dem Aufbewahren von Aluminiumsulfatlösungen in Wasseraufbereitungsanlagen dienen

Es wurden Forschungsarbeiten unternommen mit bituminösen Materialien und mit Materialien aus Polyvinylazetatemulsion (Aracet) hergestellt; Ziel dieser Arbeiten war einen Ersatz für die Auskleidungen aus Bleiplatten zu finden und schliesslich wirksame und billige Schutzverfahren abzuleiten für Lösungs- sowohl wie für Verdünnungsbecken.

Es wurden verschiedenartige Zementmörtel- und Zementbetonproben benutzt u.zw.: grosse und kleine Platten und Becken. Die Probekörper, geschützt mittels verschiedenartiger Schutzmittel aus bituminösen Materialien oder Polyvinylazetat hergestellt, wurden dem Angriff konzentrierter oder verdünnter Aluminiumsulfatlösungen ausgesetzt.

Das Verhalten wurde visuell geschätzt und in den Photographien ist das Aussehen verschiedener Schutzmittel (an der Oberfläche und im Querschnitt) nach verschiedenen Eintauchzeiten (manche sogar nach 400 Tagen) angegeben.

Auf Grund dieser Forschungsarbeiten ist man zur Schlussfolgerung gelangt dass gewisse bituminöse Materialien ein gutes Verhalten aufweisen und dass es möglich ist Schutzmittel aus Polyvinylazetatmaterialien herzustellen.

CORNELIA SOLACOLU, D. TEODORESCU, AL. VASILIU: Steigerung der Beständigkeit von Spannbeton PREMO Rohren gegen Sulfataggressivität

Auf der Suche nach einem Schutzmittel für Spannbetonrohre die dem Sulfatangriff der Erdböden und Grundwässer ausgesetzt sind wurden verschiedene Zementsorten, entweder in reinem Zustand oder mit gewissen Zuschlägen, für Torkretmörtel untersucht; letztere sollten eine höhere Beständigkeit gegen derartige Aggressivität gewährleisten und den Bedingungen die sich aus der Erzeugungstechnologie von Spannbetonrohren ergeben entsprechen.

Folgende Zementsorten wurden für Laborforschungen benutzt: RIM 200 Zement (Fieni), Portlandzement für Seearbeiten (Cernavodă), Zement für Tiefbohrungen (Experimentalposten Gura-Văii) und RIM 400 Zement (Experimentalposten Fieni).

Folgende Zuschläge wurden, in verschiedenen Prozentsätzen, angewandt um auf diese Weise die Beständigkeit gegen Sulfatangriff zu steigern: Gips, Wärmekraftwerkasche und Hochofenschlacke.

Die Laborforschungen wurden hinterher ergänzt durch Versuche im Fertigteilwerk „Progresul" aus Bukarest; letztere haten als Ziel unmittelbar im Werk überzuprüfen ob die Möglichkeit besteht Portlandzement für Seearbeiten und RIM 200 Zement mit Zuschlagstoffen bei der Erzeugung von Torkretmörtel anzuwenden. Die Experimentalrohre wurden in Erdböden verlegt die eine Sulfatangriffsgefahr aufweisen, nämlich bei dem Bau des Wasserzuleitungsrohres der Stadt Craiova in der Izvarna-Rovinari Zone; die Beobachtungen werden ununterbrochen fortgesetzt.

D. TEODORESCU, GEORGETA PIPERA, GH. STAMATE, I. FĂCĂOARU: Untersuchungen über das Verhalten von Zementmörteln mit Gummilatexzuschlag in verdünnten Säuren

Zementmörtel mit Latexzusatz weisen eine höhere Wasserundurchlässigkeit, höhere Zugfestigkeit, reduzierte Feinrissgefahr auf, also verminderte Gefahr für den Zutritt von Korrosionsfaktoren. Zur gleichen Zeit vermindert sich der W/Z Wert, wächst die Verarbeitbarkeit des Zementmörtels sowie seine Beständigkeit gegenüber Korrosionseinflüsse.

Im Artikel werden vorgeführt die Ergebnisse der Laborforschungen die durchgeführt wurden um die Korrosionsbeständigkeit von Mörteln mit Latexzuschlägen zu bestimmen. Folgende ausländische Latexarten wurden angewandt:

- Dow-Latex 560 der Firma The Chemical Company, Schweiz-Österreich
- Latex Compound Sort B 3118 der Firma Revertex, Grossbritannien-London
- Latex Sort A 5213 der Firma Bayer, Bundesrepublik Deutschland

Die Forschungsarbeiten haben sowohl zerstörende wie auch nichtzerstörende Verfahren eingeschlossen.

Die erlangten Ergebnisse brachten uns zu folgende Schlüsse:

1. Zementmörtel mit Latexzuschlägen weisen eine gesteigerte Korrosionsbeständigkeit auf gegenüber verdünnte Säuren wie z.B. HCl, HNO_3 auch in Fällen wo gewöhnliche Mörtel versagen.
2. Zementmörtel mit Latexzuschlägen haben sich nicht bewährt in verdünnten H_2SO_4 Lösungen.
3. Von allen Latexarten die als Zementmörtelzuschläge benutzt wurden haben sich am besten bewährt diejenigen Probekörper die aus Butadien-Styren B 3118 Latex hergestellt waren; danach folgten diejenigen aus Butadien-Styren Dow 560 Latex und Silikon-Antischäumer Zuschlag.
4. Im Falle von Mörteln mit Latexzuschlägen, lösen sich die Zuschlagsstoffe nicht los und Form und Grösse werden beibehalten gleichviel ob der Zementgehalt teilweise oder sogar gänzlich gelöst ist; anders geht es vor im Falle

von Zementmörteln ohne Zuschläge die vollständig und in kürzester Zeit beschädigt werden.

5. Durch Anwendung von nichtzerstörenden (Ultraschall) Verfahren war es möglich mit grösster Genauigkeit den Fortschritt der Korrosionserscheinungen zu beobachten, sowohl bei Zementmörteln mit oder ohne Latexzuschlägen.

A. MIHUL, A. ZAICESCU, C. CAPATU, A. CUCIUREANU: Prüfanlage zur Bestimmung der Korrosionsbeständikeit von Stahl- und Spannbetonbauteile

Es wird vorgeführt ein originelles Verfahren zur Prüfung von Stahl- und Spannbetonbauteilen in korrosionsgefährlichen Milieus im Laboratorium. Die Anlage wurde nach dem Prinzip des Mühlrades gestaltet. Die belasteten Stahl- und Spannbetonbauteile, entweder in Risszustand oder nicht, werden je zwei auf ein sechseckiges Gestell befestigt; letzteres befindet sich in Umdrehung die gewährleistet ist durch eine Achse von einem Motor über einen Reduktor angetrieben. Man beseitigt also ein passives Verhalten des Materials unter dem Angriff korrodierender Faktoren und man sichert völlige Gleichheit (Dauer, Milieu, Luftkontakt, Kontakt mit der angreifenden Flüssigkeit u.s.w.) bei der Prüfung einzelner Bauteile. Die Kriterien für eine qualitative oder quantitative Schätzung des Korrosionseinflusses sind: Beobachten des Aussehens der angegriffenen Bauteile, Gewichtverlust, Anderung der mechanischen Eigenschaften des Bauteiles (Steifigkeit, Spannungs-Dehnungskurve, Risserscheinungen, Tragfähigkeitsverlust), Prüfung von Stangen und Zylindern aus denjenigen Bauteilen entnommen die dem Einfluss der Korrosion ausgesetzt wurden in Vergleich zu den gleichen Proben entnommen aus Bauteilen unter normalen Bedingungen aufbewahrt ($\sigma_{0,01}$, $\sigma_{0,2}$, σ_c, R_c, F_a, E_b etc.).

Die Anlage wurde im Rahmen der Yassyer INCERC Zweigstelle erzeugt und gewährleiset die gleichzeitige Prüfung von 24 kleinen Balken von höchstens 2,5 m Länge.

D. TEODORESCU, D. MORARU, FLORICA TAFLAN, A. ROMANESCU, VIRGINIA CELEA: Beiträge zur Festsetzung eines Verfahrens zur Bestimmung der Korrosionsbeständigkeit von Zement in Seewasser

Im Artikel werden kurz zusammengefasst einige Verfahren beschrieben für eine rasche Bestimmung der Beständigkeit von Zementen gegenüber Sulfataggressivität; ausser den Angaben der Fachliteratur werden auch einige Verbesserungen gezeigt im Sinne ihrer Anpassung an die Untersuchung der Seewasseraggressivität und deren Einfluss auf Zemente.

Man war bemüht das Verhalten gewisser Zemente gegenüber die Überlagerung verschiedener Angriffsfaktoren die im Seewasser vorhanden sind zu bestimmen (SO_4^{2-} Ione, Magnesiumione, Chlorione).

Die Forschungen wurden durchgeführt auf industriell erzeugte Zemente bekannter Zusammensetzung und Eigenschaften.

Es sollte vermerkt werden dass die modifizierte Bogue-Taylor Methode keine schlüssige Ergebnisse ermöglicht; dagegen haben die modifizierten TGL und ASTM Methoden eine höhere Empfindlichkeit aufgewiesen bei der Bestimmung des Verhaltens der Zemente in Seewasser als in Milieus mit rein sulfatischer Aggressivität.

G. COSMA, S. MINEA, M. SORIN: Verhalten einiger Farben aus Kunstharzen hergestellt und dem Seeklima hierzulande ausgesetzt

Es werden vorgeführt die Ergebnisse die erlangt wurden indem gewisse Farben aus Kunstharzen hergestellt dem Mikroklima unserer Meeresküste ausgesetzt wurden – Forschungsanstalt I.C.P.E. an der Schwarzen Meeresküste; es wurden angewandt Epoxydester-, Epoxydamin-, Alkydmelamin-, Alkyd-, Chlorgummi-, Perchlorvinyl-, Akryl- und Polyuretankunstharze. Jedes der ober angeführten Verfahren wurde mindestens 2 Jahre geprüft.

Zum Vergleich werden gleichzeitig vorgeführt die Ergebnisse erlangt in natürlichem Mikroklima und diejenigen von Laborversuchen.

Es wird hervorgehoben dass während der Kontaktzeit die meisten geprüften Verfahren den Korrosionsschutz des Grundmetals (Stahl) unter den Bedingungen unseres Seemikroklimas gesichert haben.

I. ŞISMAN, N. NEDELCU, D. GRAM: Korrosionsbeständiger bituminöser Mastix für agg.essive chemische Medien

Der Artikel führt vor die Forschungen die im LC-MCICR durchgeführt wurden betreffend die Herstellung von korrosionsbeständigen bituminösen Mastixen für korrosive chemische Medien – nämlich Salpetersäure, Ammoniumnitrat sowohl wie hochkonzentrierte heisse Alkalienlösungen.

Um eine höhere Beständigkeit gegen Salpetersäure und Ammoniumnitrat zu erlangen wandte man sich an eine Mischung aus Bitumen G mit Talkfüller während man für den Fall von alkalisch wirkenden Medien Bitumen C wählte, mittels Polyäthylen plastifiziert und mit einem hohem Füllergehalt (60%). Man gelangte auch zu einer Mischung für pulverförmige bituminöse Mastixe bei denen man auf Dosierung an der Baustelle verzichten kann Bitumen E mit Erweichungspunkt 125°C.

M. ALBIGÉS: Heranbildung der Nachwuchskräfte

Der Autor beschreibt die Heranbildung der französischen Ingenieure. Ingenieurschulen sind vollständig von der Universität getrennt; um in eine derartige Schule einzutreten müssen die Abiturienten eine Vorbereitungsschule besuchen und dort werden die künftigen Ingenieure ausgewählt.

Der Autor hebt hervor die besonders ernste mathematische Bildung der Studenten aber unterlässt es nicht auch einige Mängel des Unterrichtswesens zu zeigen wie z.B. die ungenügende Beachtung die man der Praxis schenkt.

J. PERCHAT: Frankreichs Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Stahl- und Spannbetonbauten

Der Autor beschreibt erstens in grossen Zügen wie das Forschungswesen in Frankreich organisiert ist um hinterher eingehend die bedeutendsten Forschungsthemen auf dem Gebiet des Stahl- und Spannbetons zu erörtern.

P. CHALET: Grosse Wohnhausgruppen und Bauindustrialisierung in Frankreich

Nach dem zweiten Weltkrieg und infolge der Zerstörungen von Luftangriffen verursacht sah man sich in Frankreich genötigt den individuellen Wiederaufbau zu Gunsten einer wahren städtischen Umgestaltung aufzugeben.

Auf diese Weise sind die grossen Wohnhausgruppen entstanden: alte Wohnviertel wurden verlassen, Häfen ausgebaut, Industriezonen geschaffen u.s.w.

Der Anstieg der Einwohnerzahl hat uns auferlegt in den 1945–1968 Jahren 5 000 000 Wohnungen zu bauen; städtische Randgebiete wurden dem Bausektor erschlossen da sie die Ausführung von umfangreichen Bauprogrammen gewährleisteten.

Im Artikel werden vorgeführt die Massnahmen die getroffen werden mussten für die Verwirklichung dieses Programms – Bauindustrialisierung, Sicherung der Geldmittel und Arbeitskräfte, Anwendung von neuen Baustoffen u.s.w.

Es werden ebenfalls vorgeführt die Forschungen im Gang auf der Suche einer passenden baukünstlerischen Lösung.

СОДЕРЖАНИЕ

АЛ. ВАСИЛИУ, Д. ТЕОДОРЕСКУ, В. МИЛЯ: Зоны на территории С, Р, Румыния. в которых бетон и строительные растворы подвергаются углекислой и сернистой агрессивности среды

В статье производится разделение территории Румынии на зоны, в которых бетон и строительные растворы подвергаются углекислой и сернистой агфессии, под влиянием грунтовых вод,

Упомянутое разделение сделано на основании химического анализа. произведенного Институтом Бальнеологии и физиотерапии (ИБФ). грунтовых вод. образцы которых извлечены из естественных источников. колодцев и скважин, Эти химические анализы были истолкованы с точки зрения агрессивности по отношению к бетону и строительным растворам на цементном вяжущем,

Подчёркивается. что в нашей стране многочисленны зоны с углекислой. сернистой или смешанной агрессивностью; границы этих зон указаны приблизительно на карте. основываясь на данных химического анализа. приведенного в приложении,

Материал представляет интерес для проектировщиков. так как он обращает внимание на зоны. в которых вероятна естественная агрессивность и. следовательно. им следует уделить особое внимание при обследовании мест. на которых предполагается разместить здания и сооружения и предусмотреть для каждого случая в отдельности необходимые меры защиты

Д. ТЕОДОРЕСКУ, ДЖ. ПИПЕРА: Определение характера и концентрации коррозийной среды существующей внутри некоторых цехов промышленности неорганической химии

Для точного познания характера и концентрации коррозийной среды. существующей внутри цехов промышленности неорганической химии и с целью определения наиболее эффективных решений для защиты бетонных и железобетонных строительных элементов. в ИНЧЕРКе. произведено исследование для определения корродирующих факторов. а именно:

— характер и концентрация корродирующих газов.

— относительная влажность.

— pH воздуха и воды. омывающей поверхность строительных элементов.

— различные виды пыли взвешенной в воздухе,

Определения производились по четвертично и поэтапно в 1967—1968 годах на заводах:

— промышленности серной кислоты и суперфосфатов.

— промышленности хлоро-натриевых продуктов.

— промышленности азота и аммиака,

Синтез полученных результатов изложен в статье с указанием на то. что толкование степени агрессивности произведено учитывая проект классификации агрессивных сред. разработанный в мае 1968 года Институтом по Стандартизации СЭВ,

И. КОППЕЛ, Д. ТЕОДОРЕСКУ, АЛ. ВАСИЛИУ: Системы антикоррозийной защиты бетонных бассейной для растворов сернокислого алюминия. используемых на водоочистительных станциях

С целью замены облицовки оловянными плитами и осуществления системы эффективной. более дешёвой защиты бассейнов для растворения и разбавления. были испытаны битумные материалы и материалы на полиацетатвиниловой (Арачетной) основе,

Применялись образцы различного вида строительных растворов и бетона на цементном вяжущем. а именно: плитки и резевуары — большие и малые, Образцы. покрытые различными видами вышеупомянутых защитных материалов. подвергались агрессивному воздействию концентрированных и слабых растворов сернокислого алюминия,

Оценка поведения производилась визуально и на фотографиях показаны аспекты различных систем защиты (на поверхности и в сечении). после различных сроков погружения в раствор (некоторые после 400 суток),

Заключения. сделанные на основании экспериментальных данных. указывают на хорошее поведение некоторых битуминозных материалов. а также и на возможность осуществления защиты материалами на полиацетатвиниловой основе,

КОРНЕЛИЯ СОЛАКОЛУ, Д. ТЕОДОРЕСКУ, АЛ. ВАСИЛИУ: Увеличение стойкости предварительно напряжённых труб типа премо при сернистой агрессивности среды

С целью определения структур для защиты предварительно напряжённых бетонных труб от воздействия сернистой агрессивности грунтов и грунтовых вод был исследован ряд цементов — с добавками или без таковых — используемых для торкрета с повышенной стойкостью по отношению к такого рода агрессивности. учитывая что какое бы ни было решение оно должно уложиться в условия технологии изготовления предварительно напряжённых бетонных труб,

При лабораторных исследованих были использованы следующие виды цемента: РИМ 200 (Фиень). Портланд для работы в морской воде (Чернавода). цемент для глубоких скважин (экспериментальная партия. изготовленная в Гура-Вэйи) и Рим 400 (экспериментальная партия. изготовленная в Фиень),

С целью увеличения стойкости цемента при сернистой агрессивности среды были использованы. в различных пропорциях. следующие добавки: строительный гипс. пепел термоцентралей и доменный шлак,

После лабораторных исследований были произведены экспериментальные испытания Заводом сборного бетона ..Прогрессул'' в Бухаресте. которые задались целью проверить — непосредственно в процессе изготовления — возможность использования Портланд цемента для работ в морской воде и цемента РИМ 200 — с соответствующими добавками — для изготовления растворов для торкретирования, Экспериментальные трубы уложены в грунт. содержащий сернистую агрессивность в области Изварна-Ровинарь. включив их в трубопровод. снабжающий водой городой Крайову где. в настоящее время. они и находятся под наблюдением,

Д. ТЕОДОРЕСКУ, ДЖ. ПИПЕРА, Г. СТАМАТЕ, И. ФЭКЭОАРУ: Исследования поведения растворов на цементе с латексовоу добавкой в среде слабых растворов кислот

Добавка латекса в строительные растворы на цементе увеличивает водонепроницаемость последних. их сопротивление растяжению и сжатию. их тенденцию к миркорастрескиванию. то есть препятствует доступу коррозийной среды, Одновременно снижается водоцементное отношение. улучшается удобоукладываемость раствора на цементе и возрастает его сопротивление коррозийной среде,

В статье изложены результаты лабораторных исследований; произведенных над строительными растворами с добавкой латекса с целью определения их сопротивления коррозии, Применялись следующие виды импортного латекса:

— — латекс 560 — фирмы — — Швейцария — Австрия
— Латекс 3118 — фирмы — Англия (Лондон)
— Латекс 5213 — фирмы Байер — РФГР

Испытания производились по диструктивным и адиструктивным методам,

Полученные результаты привели к следующим результатам:

1, Добавки латекса . к строительным растворам на цементе придают последним увеличенное сопротивление по отношению к коррозийным слабым растворам HCl, HNO_3. воздействие которых не выдерживают обычные строительные растворы,

2, В слабых растворах H_2SO_4. строительные растворы с добавкой латекса ведут себя неудовлетворительно,

3, Среди латексов исследованных в виде добавок к строительным растворам на цементе. наилучшие результаты дали образцы. изготовленные с добавкой латекса бутадиен-стирен В 3118. за которыми следовали образцы с довавкой латекса бутадиен-стирен 560. к которому прибавляли противовспенивающую добавку на силиконовой основе,

4, Строительные растворы с добавкой латекса — даже при полном или частичном растворении цемента не изменяют своих размеров. а отличие от строительных растворов на цементе. которые повреждаются полностью в короткий срок. а агрегаты распадаются,

5, При помощи адиструктивных (ультразвуковых) методов было возможно наболюдать с большой точностью эволюцию коррозии строительных растворов на цементе с добавкой латекса и без таковой,

А. МИХУЛ, А. ЗАИЧЕСКУ, К. КАПЭТУ, А. КУЧУРЯНУ: Приспособление для испытания железобетонных и предварительно напряжённых элементов находящихся под влиянием коррозийной среды

Описан изобретенный лабораторией собственный способ для испытания в коррозийной среде железобетонных и предварительно напряжённых элементов, Всё приспособление задумано по принципу мельничного колеса, Железобетонные и предварительно напряжённые элементы под нагрузкой (осуществляемой различными способами). доведенной до образования трещин или до состояния предыдущего таковому. расставлены попарно на шестиугольном стеллаже. который вращается на оси. а последняя в свою очередь приводится в движение мотором посредством редуктора, Таким образом устраняется появление пассивности материала по отношению к воздействию агрессивных агентов и обеспечиваются одинаковые условия (продолжительность. среда. соприкосновение с атмосферой и агрессивной средой и т,п,) загрузки различных элементов, Критерии качественной и количественной оценки эффекта коррозии нижеследующие: наблюдение за аспектом коррозийных элементов. утрата массы. изменение механических характеристик элемента (жёсткость. характерный прогиб. трещинообразование. утрата прочности). испытание брусков и цилиндров. изъятых из элементов. подвергнутых коррозии и сопоставление результатов с результатами. полученными при испытании в таких же условиях. но выдержанных при нормальных условиях
и т,п,),

Приспособление, изготовленное Ясским филиалом ИНЧЕРКа позволяет одновременное испытание 24-х брусков с предльной длиной в 2.5 м,

ORSZÁGOS ... KÖNYVTÁR ... DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1963

Д. ТЕОДОРЕСКУ, Д. МОРАРУ, ФЛОРИКА ТАФЛАН, АЛ. РОМАНЕСКУ, ВИРДЖИНИЯ ЧЕЛЯ: К установлению метода определения сопротивления цемента корризии в морской воде

В статье. вкратце. описаны несколько методов быстрого определения сопротивления цемента сернистой агрессивности. указанных в литературе. а также и некоторые улучшения этих методов в смысле их приспособления для исследования влияния агрессивности морской воды на цемент,

Задавались целью определить сопротивление цемента одновременому действию коррозийных факторов. находящихся в морской воде (ионы SO_4^{2-} ионы магния. ионы хлора),

Исследовались промышленные цементы. состав и характеристики которых известны,

Видоизменненный метод Бог-Тэйлор не дал результатов. на основании которых можно было бы сделать какие-либо выводы. в то время как видоизмененные методы TGL и ASTM выявили большую чувствительность при определении поведения цемента в морской воде. чем при таких же определениях в среде. содержащей только сернистую агрессивность,

Г. КОСМА, С. МИНЯ, М. СОРИН: Поведение некоторых красок на основе синтетических смол. выдерживаемых в условиях морского микроклимата в нашей стране,

Представлены результаты. полученные при выдерживании в условиях морского микроклимата нашей страны (Стация ИЧПЕ на побережье Чёрного моря) некоторых красок на основе синтетических смол как то: эпокси-эфир. эпокси-амины. алгидомеламины. алгиды. хлор-каучук. перхлорвиниловые. акриловые и полиуретановые, Все образцы выдерживались не менее 2-х лет,

Сопоставляя результаты. полученные в условиях природного микроклимата. приведены результаты. полученные при таких же красках. но в лабораторных условиях,

Указывается на то. что за период выдерживания в коррозийной среде. большинство испытанных красок обеспечило. при морском микроклимате нашей страны. антикоррозийную защиту окрашенного металла (сталь),

ШИШМАН, Н. НЕДЕЛЬКУ, Д. ГРАМ: Битумные замазки, выдерживающие химическую коррозию агрессивной среды

В статье описаны исследования. произведенные Центральной Лабораторией Министерства Строительства химической промышленности и нефтеочистительных заводов. с целью осуществления битумных замазок. которые выдерживали бы воздействие химической коррозии среды и в особенности коррозию под влиянием азотной кислоты. азотистого алюминия. водных концентрированных растворов алкалий и высокой температуры

Для повышения сопротивления воздействию азотной кислоты и азотнокислого алюминия изготовлен состав на основе битума Г с примесью талькового порошка. а для случая алкалийной среды — состав из битума С пластифицированный полиэтиленом и насыщенный (60 %) порошком, Также определён состав использованием битума Е. с точкой размягчения при 125° С из которого получается битумная замазка в виде порошка без необходимости дозирования её на стройке,

М. АЛБИЖЕ: Подготовка кадров

Автор описывает как развивается подготовка инженера во Франции,

Школы. выпускающие инженерные кадры не имеют ничего с Университетом. а для поступления в какую-либо из них. окончившие среднее образование должны пройти подготовительную школу. где и производится отбор будущих инженеров

Автор указывает на серьёзную математическую подготовку студентов. а также и на недостатки существующей системы. которая не делает нажим на практическую сторону,

Ж. ПЕРША: Исследования. которые производятся по Франции в области железобетонных и бетонных преднапряжённых зданий и сооружений

После описания в общих чертах организации исследовательской деятельности во Франции. автор подчёркивает важнейшие темы исследования в области железобетона и преднапряжённого бетона,

Ж. ШАЛЕ: Крупные ансамбли жилых зданий и индустриализация строительства во Франции

После второй мировой войны. вследствие разрушений. произведенных налётами вражеской авиации. во Франции почувствовали необходимость отказаться от решения индивидуальной реконструкции и перейти к настоящей реконструкции пострадавших городов, Таким образом возникли крупные ансамбли жилых зданий. которые заменили старые микрорайоны. порты были увеличены. были созданы промышленные зоны и т,п,

Увеличение количества жителей привело к необходимости выстроить — в промежутке времени 1945—1968 годов — 5,000000 квартир. расширив для этого пределы строительства. что охватило периферийные участки. которые позволили осуществление обширных программ застроек,

В статье описаны мероприятия предпринятые для осуществления этого плана в смысле индустриализации строительства. выделения необходимых фондов. решения вопроса рабочей силы. использования в строительстве новых материалов и т,п,

Также представлены различные пути. по которым шли с целью определения адекватных архитектурных решений,

Protecţia anticorosivă a construcţiilor

Ing. Al. Viţu

Membru în comitet – C.S.C.A.S.

Distrugerile provocate de coroziune asupra construcţiilor şi elementelor de construcţie se soldează totdeauna cu mari pierderi materiale, datorită faptului că refacerile respective se efectuează cu cheltuirea unor fonduri de cele mai multe ori foarte ridicate. Ca exemplu, am putea da unele cifre statistice prezentate la Congresul al III-lea al Federaţiei Europene de Coroziune, Bruxelles, care arată că pierderile materiale anuale provocate de coroziune în industrie şi construcţii se ridică la :

90 miliarde franci belgieni în Anglia ;
350 miliarde franci belgieni în S.U.A. ;
50 miliarde franci belgieni în Franţa.

Statisticile din industria metalurgică din S.U.A. arată că cca 1/3 din consumul de metal se pierde prin coroziune. Menţionăm totodată că în ţările arătate mai înainte, măsurile de protecţie anticorosivă se găsesc totuşi într-un stadiu avansat.

Acest fapt a determinat ca în ţările cu nivel industrial ridicat să se acorde o importanţă deosebită luptei împotriva coroziunii. În acest scop au fost înfiinţate centre de cercetare şi institute de specialitate pentru această problemă, cărora le sînt afectate largi posibilităţi materiale.

În ţara noastră, problema protecţiei anticorosive a construcţiilor şi elementelor de construcţie devine tot mai importantă datorită procesului intens de industrializare. Această situaţie a dus la necesitatea ca în afară de unele unităţi care se ocupau cu probleme de protecţia anticorosivă a instalaţiilor tehnologice (cum sînt Laboratorul central de cercetări lacuri şi cerneluri şi Laboratorul central pentru probleme de coroziune ale M.I.Ch. şi secţia de climatizări a Institutului de cercetări şi proiectări electrotehnice I.C.P.E.), problema coroziunii şi protecţiei anticorosive a construcţiilor şi elementelor de construcţie să fie abordată în mod organizat în cadrul C.S.C.A.S. de către o unitate de cercetare de specialitate. În acest scop a fost înfiinţată la INCERC, la începutul anului 1963, secţia Protecţia contra coroziunii, care a început să funcţioneze cu două laboratoare, şi anume :

— laboratorul de protecţie anticorosivă a betoanelor şi mortarelor ;

— laboratorul de protecţie a armăturilor pentru elemente de beton armat.

Cu toate greutăţile inerente începutului, colectivul de cercetare al acestei secţii a căutat ca, încă din primul an, pe lîngă rezolvarea numeroaselor solicitări urgente venite din producţie, să cuprindă un domeniu cît mai larg de probleme considerate acute, stabilit de comun acord cu factorii interesaţi. Ulterior, datorită creşterii numărului şi diversităţii problemelor solicitate, a fost necesar ca secţia să fie dezvoltată, actualmente funcţionînd cu patru laboratoare, al căror profil este indicat de însăşi denumirea lor, şi anume :

— laboratorul de protecţie anticorosivă a betoanelor, mortarelor şi ceramicii ;

— laboratorul de protecţie a armăturilor şi construcţiilor metalice ;

— laboratorul de protecţie anticorosivă cu materiale pe bază de polimeri ;

— laboratorul de coroziune marină şi sisteme anticorosive.

Tot în cadrul acestei secţii a luat fiinţă un poligon experimental de coroziune marină la Constanţa, ca urmare a multiplelor probleme puse de vastul program de construcţii de pe litoral şi care funcţionează ca punct de observaţii şi experimentare a elementelor de construcţii, atît în mediul marin, cît şi în unele medii industriale (experimentale). Poligonul este dotat şi cu un laborator utilat corespunzător.

Trebuie să arătăm că pentru realizarea acestui poligon s-a primit un sprijin substanţial din partea Consiliului municipal Constanţa, care a atribuit un teren special în acest scop, şi de la D.S.A.P.C.—Constanţa. care a făcut studiul de amplasament şi a întocmit proiectul poligonului. De asemenea, un ajutor deosebit s-a primit din partea întreprinderii de prefabricate şi materiale de construcţii Constanţa, care a executat lucrările de construcţie a laboratorului şi a confecţionat epruvete şi elemente experimentale şi din partea întreprinderii de construcţii hidrotehnice Constanţa, care a executat în portul nou chesonul necesar încercării de epruvete în mare şi urmăririi comportării diverselor elemente experimentale în apă de mare.

Fără să intrăm în detalii, este cazul să arătăm că printre principalele preocupări ale secţiei Protecţia contra coroziunii, preocupări în care se încadrează temele de cercetare, dintre care la unele s-au obţinut încă de pe acum rezultate interesante, se enumeră următoarele :

— Cercetările pentru stabilirea unor metode de laborator pentru determinarea rezistenţei materialelor de construcţii faţă de acţiunea mediilor corosive naturale şi industriale.

— Mărirea durabilităţii elementelor de beton, beton armat şi beton precomprimat supuse acțiunii mediilor agresive naturale și industriale.

— Sisteme de protecție a elementelor de beton și beton armat prin acoperiri pe bază de vopsele și placaje anticorosive.

— Mortare cu rezistență mărită față de unele medii din industrii cu agresivitate chimică.

— Structuri de pardoseli anticorosive pentru hale industriale cu medii agresive.

— Sisteme de protecție anticorosivă pentru rezervoare de beton armat utilizate la depozitarea unor produse petroliere și la stațiile de epurare a apei.

— Tuburi de beton pentru canalizări rezistente la acțiunea apelor reziduale industriale agresive.

— Protecția tuburilor de beton precomprimat pentru aducțiuni și irigații, față de agresivitățile naturale.

— Mărirea durabilității construcțiilor și elementelor de construcții supuse acțiunii agresive a mediului marin (apă de mare și atmosferă marină).

În rezolvarea temelor, un aport deosebit l-au avut și îl au și alte unități de cercetare, care se ocupă cu probleme de coroziune și cu care se colaborează permanent pe baza unor convenții de colaborare prin care este stabilită partea de lucrări ce revine fiecărei unități. Dintre acestea s-a colaborat mai strîns cu secția de Fizico-chimia macromoleculelor și coloizilor și cu secția Procese de electrod și coroziune din cadrul Academiei R.S.R., cu secția Lianți și secția Materiale și finisaje pe bază de polimeri din cadrul Institutului de cercetări pentru materiale și prefabricate în construcții (I.C.M.P.C.), cu Institutul de studii și proiectări hidrotehnice (I.S.P.H.), Institutul de cercetări metalurgice (I.C.E.M.), Laboratorul central al M.C.I.C.R., laboratorul central de cercetări lacuri și cerneluri (L.C.C.L.C.) și Laboratorul central pentru probleme de coroziune (L.C.P.C.) ale M.I.Ch., precum și cu alte secții din cadrul INCERC și în special cu secția Acustică și Încercări nedistructive.

Pe lîngă problemele cuprinse în planul de cercetare, secția Protecția contra coroziunii este frecvent solicitată pentru acordarea de soluții, îndrumări, avize, asistențe tehnice și colaborări tehnico-științifice pentru unitățile de proiectare și execuție din cadrul diferitelor ministere și organe centrale, cum sînt mai cu seamă Ministerul Industriei Chimice, Ministerul Industriei Ușoare, Ministerul Industriei Alimentare, Ministerul Economiei Forestiere, Ministerul Industriei Construcțiilor de Mașini, Ministerul Industriei Metalurgice, Ministerul Industriei Construcțiilor, Ministerul Transporturilor Auto, Navale și Aeriene, Consiliul Superior al Agriculturii, Comitetul de Stat al Apelor, consiliile populare și altele.

În ultimul timp, datorită creșterii mari a volumului de construcții pe litoral și în special a celor portuare și industriale, a fost necesară intensificarea cercetărilor pe elemente urmărite în condiții naturale sau cît mai apropiate de acestea. În acest scop, cercetările în cadrul poligonului experimental au început să fie extinse pe elemente la scară naturală și pe machete supuse, după caz, atît la agresivitatea mediului marin, cît și la diverse agresivități industriale care interesează construcțiile de pe litoral.

Pentru rezolvarea cît mai complexă a multiplelor probleme ce se urmăresc în cadrul acestui poligon vor colabora și alte secții de diverse specialități din INCERC și din alte unități.

După cum se constată din cele arătate, secția Protecția contra coroziunii din INCERC are ca tematică generală cercetarea cauzelor proceselor de coroziune în construcții, stabilirea și experimentarea mijloacelor de prevenire a acestora la construcțiile noi și de combatere la construcțiile existente, cercetări care se finalizează prin recomandări, indicații pentru proiectare și execuție, precum și prin prescripții tehnice.

În scopul cunoașterii cît mai largi a rezultatelor studiilor și cercetărilor efectuate de INCERC și alte institute în acest domeniu, conducerile C.S.C.A.S. și C.N.C.S. au inițiat organizarea simpozionului ,,Protecția anticorosivă a construcțiilor'' din 15—18 sept. 1968, care, așa după cum se cunoaște, a dezbătut cîteva din principalele aspecte ale coroziunii în medii naturale și industriale.

Referatele ce s-au prezentat au reflectat preocupările cercetătorilor noștri pentru găsirea celor mai eficiente soluții de combatere a coroziunii în construcții și consider că au contribuit la o și mai largă cunoaștere a măsurilor care trebuie luate pentru protejarea lucrărilor de construcții.

Ținînd seamă de dezvoltarea în continuare în special a industriei chimice, industriei construcției de mașini, industriei energiei electrice și a altora, care necesită o cantitate și varietate mare de materiale anticorosive pentru construcții, va fi necesar să se dezvolte cercetările în domeniul materialelor anticorosive pentru construcții și pe baza acestora să se treacă la producerea în unități specializate a unor materiale de bună calitate, ca, de exemplu : cimenturi speciale anticorosive, cărămizi și plăci de gresie anticorosivă, tuburi de gresie, placaje anticorosive smălțuite, vopsele anticorosive pe bază de polimeri anticorosivi ca : epoxi, epoxi-gudron, perclorvinil, poliuretan etc. Este necesar, de asemenea, să se creeze noi unități de producerea adaosurilor plastifiante, impermeabilizatoare și anticorosive pentru betoane și mortare de ciment, a polimerilor și elastomerilor (furfurol și furfurolacetonă, fenolformaldehidă, perclorvinil, polietilenă sulfoclorurată, butadienacrilonitril, cauciuc butilic, tiocol și altele), unități specializate în producerea chiturilor și vopselelor anticorosive, cu capacitate de producție suficientă și dotare modernă.

De asemenea, pentru valorificarea cît mai bună a rezultatelor cercetărilor noastre se impune înfiinţarea unor noi unităţi de execuţie specializate în placări, aplicări de folii şi cauciucări, vopsitorii anticorosive, protecţii catodice, tratamente speciale anticorosive ale betoanelor şi altele, şi să se dezvolte şi să fie dotate corespunzător actualele unităţi specializate în astfel de lucrări.

În continuarea vastului program de cercetări în domeniul coroziunii construcţiilor, direcţiile principale trebuie orientate spre studierea celor mai noi soluţii folosite pe plan mondial, avînd însă în vedere posibilităţile existente în ţara noastră de a produce materiale anticorosive eficiente şi în special necesitatea unei strînse colaborări cu cercetătorii din industria chimică.

Tot în acest sens se impune ca rezultatele acestor cercetări să fie publicate pe parcurs, putînd fi astfel valorificate cît mai devreme, atît de institutele de proiectare, cît şi de întreprinderile de execuţie specializate în aplicarea protecţiilor anticorosive.

Concomitent cu aceasta trebuie ca în rezolvarea acestor probleme să fie atrase cadrele din producţie, care prin experienţa lor să îmbunătăţească şi să selecteze soluţiile cele mai eficiente care pot fi aplicate în condiţii reale.

Pentru a se putea aborda un domeniu cît mai larg şi pentru a nu se risipi fondurile de cercetare e necesar ca întreaga activitate de protecţie anticorosivă să fie coordonată de un singur for, care va elimina paralelismele, va realiza abordarea temelor cît mai complex şi va grăbi soluţionarea în condiţii optime a rezultatelor cercetării.

Tot pentru ca rezultatele să poată fi valorificate cît mai repede, considerăm că între cercetători şi proiectanţi trebuie să fie o colaborare cît mai strînsă, care să înceapă încă de la lansarea temelor de proiectare şi care să ducă, atît la obţinerea unor soluţii de protecţie mai judicioase, cît şi la stabilirea planului de perspectivă de cercetare axat pe necesităţi reale şi urgente.

Sîntem convinşi că prin eforturi conjugate şi printr-o colaborare permanentă şi cît mai strînsă între toţi factorii care sînt chemaţi să conlucreze în acest domeniu — cercetători, proiectanţi, producători de materiale anticorosive şi specialişti de pe şantiere — se vor obţine rezultate din ce în ce mai bune în acest gen de lucrări.

Zone cu agresivitate carbonică şi sulfatică pentru betoane şi mortare, pe teritoriul României

Chim. Al. Vasiliu, chim. D. Teodorescu, tehn. Victoria Milea

INCERC

În România, datorită structurii solului şi subsolului, sînt deosebit de frecvente zonele cu agresivitate carbonică şi cu agresivitate sulfatică faţă de betoanele şi mortarele de ciment.

Frecvenţa mare a acestor agresivităţi în ţara noastră, agresivităţi care acţionează în special asupra fundaţiilor construcţiilor, degradările produse pînă în prezent din aceste cauze şi faptul că un foarte mare număr de construcţii trebuie amplasate în asemenea condiţii şi un mare număr de conducte de beton precomprimat, în special pentru aducţiuni şi irigaţii, nu pot evita traversarea unor asemenea zone, precum şi necesitatea luării unor măsuri eficiente care să asigure durabilitatea şi siguranţa construcţiilor respective fac ca această problemă să fie privită cu toată atenţia. Cunoaşterea zonelor de pe teritoriul ţării în care se găsesc astfel de agresivităţi, a naturii şi concentraţiilor lor, prezintă un interes deosebit pentru proiectare şi execuţie.

În scopul stabilirii zonelor care prezintă agresivitate carbonică sau agresivitate sulfatică şi a unei cartări orientative a acestor zone s-a luat ca bază compoziţia chimică a apelor subterane, deoarece, deplasîndu-se între particulele rocilor, apele subterane (freatice sau de infiltraţie) acţionează asupra lor, dizolvînd parţial unii componenţi şi îmbogăţindu-se cu unele sau altele din aceste substanţe.

Compoziţiile chimice ale apelor subterane au fost extrase din datele deţinute de Institutul de balneologie şi fizioterapie, atît din cele publicate în lucrarea „Apele minerale şi nămolurile terapeutice din R.S.R." vol. I şi II, cît şi din cele nepublicate pînă în prezent, întrucît acestea reprezintă cel mai amplu material sistematizat care cuprinde un foarte mare număr de analize directe, de ordinul a cîteva mii, asupra probelor de ape prelevate din izvoare naturale, puţuri şi foraje. Datele extrase au fost apoi sistematizate şi interpretate din punctul de vedere al agresivităţii apelor respective asupra betoanelor şi mortarelor de ciment.

În acest articol nu se insistă asupra mecanismelor agresivităţii carbonice şi agresivităţii sulfatice, acestea putînd forma obiectul unor articole separate.

Limitele concentrațiilor pentru caracterizarea agresivității zonelor din care s-au efectuat analize au fost stabilite după cum urmează :

— Zone cu ape considerate ca prezentînd agresivitate carbonică

Din întreaga cantitate de bioxid de carbon dizolvată în apă, numai o mică parte se prezintă sub forma de acid carbonic, în timp ce restul rămîne sub formă de gaz dizolvat. În sol, şi mai cu seamă în apa freatică, acesta poate să apară sub trei forme : în formă legată (combinat), în formă semilegată şi ca CO_2 gazos liber. Acidul carbonic combinat este legat în special de ionii de calciu şi de magneziu, sub formă de carbonaţi. Sub acțiunea CO_2 liber, carbonatul de calciu (calcarul) se transformă în carbonat acid solubil (bicarbonat). Acest compus, însă, nu este stabil decît dacă cantitatea de CO_2 necesară pentru menținerea echilibrului este de asemenea prezentă în apă. Cantitatea de CO_2 liber necesară pentru menținerea carbonatului acid inițial al apei într-o stare dizolvată (care implicit este deci în funcție de duritatea temporară a apei respective) este denumită CO_2 de echilibru sau de compensare. Restul de CO_2 prezent în apă este agresiv, deoarece poate dizolva şi transporta noi cantități de calce liberă şi apoi, treptat, din compuşii hidrataţi ai pietrei de ciment, pînă la distrugerea totală a betoanelor sau mortarelor respective.

Deoarece atît curbele Tillman şi Heublein, cît şi majoritatea datelor din literatura de specialitate indică pentru duritățile temporare obişnuite ale apelor cantitatea de CO_2 de echilibru de 15 mg/l, au fost considerate potențial agresive apele cu conținut de CO_2 liber peste această limită.

— Zone cu ape considerate ca prezentînd agresivitate sulfatică

Fără a intra în detalii asupra mecanismului agresiunii sulfatice şi a factorilor care o influențează, menționăm numai că în literatura de specialitate conținutul sulfatic critic variază în limite largi, datorită, în primul rînd, faptului că încercările au fost efectuate în condiții diferite, cu diverse materiale. Totodată, trebuie să se mai țină seamă de faptul că, într-un acelaşi loc, conținutul de sulfați poate varia mult, în funcție de condițiile climatice sezoniere sau de la an la an, astfel încît un punct analizat, care prezintă un conținut mai redus de sulfați, poate prezenta în timp fluctuații către valori mai mari. Pentru aceste motive au fost considerate potențial agresive apele cu conținut de sulfați mai mare decît cele mai mici valori ale conținutului sulfatic critic indicate de literatura de specialitate pentru cimentul Portland fără adaos, care se comportă cel mai slab, şi anume 200 mg SO_4^{2-}/l, fără să se mai țină seamă de ceilalţi factori, a căror diversitate şi variație fac imposibilă o cartare.

— Zone cu ape considerate ca prezentînd ambele tipuri de agresivități

Acestea sînt zone în care apele au un conținut de CO_2 peste 15 mg/l şi SO_4^{2-} peste 200 mg/l.

*

În afară de cele specificate mai sus, au fost analizate şi apele principalelor lacuri de interes balnear, deoarece, datorită infiltrațiilor şi pînzei de apă freatică, în cazul unor lacuri cu ape agresive, agresivitățile se transmit şi zonelor înconjurătoare.

În funcție de punctele analizate, zonele cu agresivități potențiale au fost trasate pe hartă cu aproximație. Cu tot numărul foarte mare de puncte analizate, această hartă nu trebuie considerată limitativă, deoarece, în afară de zonele agresive trasate, mai pot exista şi altele (turbării, zone cu caracter local etc.).

Pe teritoriul țării există o întinsă zonă cu agresivitate carbonică în regiunea Carpaţilor Orientali, care începe din nordul județelor Prahova şi Buzău şi continuă pînă în Maramureş. Alte zone mai mici se găsesc atît în Moldova, cît şi, în special, în partea de vest a Transilvaniei. În punctele cu agresivitate carbonică puternică, majoritatea probelor de ape analizate au indicat un conținut de CO_2 cuprins între 1 000 şi 2 000 mg/l; în cazuri mai rare, acest conținut ajunge pînă la 3 000 mg/l.

Zonele cu agresivitate sulfatică sînt mai frecvente şi mai răspîndite pe teritoriul țării, mai importante fiind în regiunea subcarpatică orientală şi meridională, precum şi în județele Iaşi,Vaslui, Brăila şi Ialomița şi în Transilvania în județele Sălaj şi Cluj. În aceste zone se constată o variație mare a conținutului de sulfați; în general, acest conținut ajunge pînă la cca 5 000 mg SO_4^{2-}/l, în unele locuri atingînd valori mult mai ridicate (de exemplu, 38 500 mg/l la Băltăteşti — jud. Neamț).

De asemenea, apele unor lacuri de pe teritoriul țării au conținut de SO_4^{2-} foarte ridicat ; ca exemplu dăm Lacul Sărat — Brăila (100 000 mg/l), Lacul Sărat — Cluj (17 000 mg/l), lacurile Amara (cca 13 000 mg/l), Techirghiol (8 000 mg/l), Movila Miresii (7 500 mg/l) etc. Datorită infiltrațiilor, zonele din jurul acestor lacuri sînt şi ele puternic agresive. Acest fapt este important de reținut, deoarece majoritatea acestor lacuri sînt de interes balnear şi deci lucrările de construcții din jurul lor se vor dezvolta din ce în ce mai mult.

În numeroase zone din țară, dar pe întinderi mai mici, se întîlneşte atît agresivitate carbonică, cît şi agresivitate sulfatică.

Trebuie subliniat faptul că majoritatea stațiunilor balneoclimatice de interes republican din țară se găsesc în zone cu agresivitate carbonică, sulfatică sau mixtă.

Lucrarea prezentată rezumativ în acest articol va fi publicată în întregime, în anul 1969, în colecţia „Studii şi cercetări INCERC", deoarece conţine un amplu material analitic şi o hartă a zonării, strict necesare să fie consultate în proiectare pentru stabilirea agresivităţilor din zonele care interesează.

Cu tot caracterul său orientativ, această lucrare are scopul să atragă atenţia asupra unor zone destul de frecvente, cu agresivităţi naturale potenţiale, în care trebuie acordată o atenţie deosebită prospectării terenurilor pe care se amplasează construcţiile şi măsurilor de protecţie ce se impun de la caz la caz.

Bibliografie

[1] ****Apele minerale şi nămolurile terapeutice din R.S.R.*, vol. I şi II, Bucureşti, 1965.
[2] ***Material intern al Institutului de balneologie şi fizioterapie Bucureşti.
[3] ****Studiu de sinteză şi interpretarea datelor existente privind concentraţiile de CO_2 agresiv şi de sulfaţi în apele naturale subterane din România*, referat INCERC – Bucureşti, septembrie 1968.

Stabilirea naturii şi concentraţiei mediilor corosive existente în incinta unor hale din industria chimică anorganică[*]

kl!

Chim. **D. Teodorescu**, ing. **Georgeta Pipera**

INCERC

Coroziunea elementelor de construcţii din beton şi beton armat din halele industriale cu medii agresive produce degradări foarte importante, care necesită refaceri cu întreruperea procesului de producţie, iar neluarea la timp a măsurilor de protecţie poate periclita situaţia întregii construcţii.

Aceste degradări ale elementelor de construcţii apar în general datorită necunoaşterii exacte a mediilor corosive şi concentraţiilor acestora rezultate din procesul tehnologic, datorită faptului că o serie de instalaţii prezintă scăpări şi degajează diferiţi agenţi corosivi sau datorită unor accidente care apar inerent în instalaţiile tehnologice.

Alegerea celor mai adecvate sisteme de protecţie pentru aceste elemente de construcţii trebuie făcută ţinînd seamă de toţi factorii care contribuie la producerea fenomenului de coroziune şi anume : natura şi concentraţia mediului corosiv, umiditatea şi temperatura mediului ambiant, condensul existent în aceste hale. Totalitatea acţiunii acestor factori asupra betonului şi betonului armat produce o coroziune mai puternică într-un timp mai scurt, deoarece este cunoscut faptul că gazele diverşilor acizi devin corosive în special la umidităţi relative ridicate, de peste 60%.

De asemenea, în cazul unei izolări termice insuficiente a construcţiei, atunci cînd temperatura mediului exterior este scăzută, apare condens, care împreună cu gazele agresive din interiorul halei duce la formarea unor soluţii corosive care se concentrează în timp şi atacă elementele de beton şi beton armat.

Ţinînd seamă de cele expuse mai sus, a apărut necesitatea întocmirii unui studiu care să reprezinte valorile obţinute pe baza unor analize ale factorilor mai sus menţionaţi în incinta acestor hale, pe anotimpuri şi la diferite niveluri ale construcţiei. Întocmirea acestui studiu s-a axat pe industria chimică anorganică, plecînd de la considerentul că mediile corosive existente aici se întîlnesc frecvent şi în industriile altor sectoare de producţie.

Recoltarea probelor s-a făcut trimestrial şi în etape, în anii 1967 şi 1968, pe principalele secţii de fabricaţie şi anume :

— *industria acidului sulfuric şi superfosfaţilor*
Uzina de acid sulfuric şi superfosfaţi Năvodari
Uzina de acid sulfuric şi superfosfaţi V. Călugărească
Combinatul chimico-metalurgic Baia Mare

— *industria produselor clorosodice*
Combinatul chimic Borzeşti
Uzinele chimice Govora

— *industria azotului şi amoniacului*
Combinatul chimic Făgăraş
Combinatul chimic Tg.-Mureş

La alegerea acestor obiective s-a ţinut seama de vechimea fabricilor şi de tehnologiile de fabricaţie.

Recoltarea şi efectuarea analizelor s-a făcut de către un laborator de specialitate — Laboratorul central de toxicologie industrială al M.I.Ch., iar la întocmirea studiului s-a ţinut seamă şi de unele valori medii furnizate de laboratoarele uzinale de toxicologie industrială.

Probele pentru analize s-au recoltat la :

— niveluri diferite ;

— puncte diferite faţă de utilajele care degajează agenţi corosivi ;

---

[*] Lucrare prezentată la consfătuirea „Materiale şi metode în combaterea coroziunii în industria chimică", Braşov 27—28 noiembrie 1968.

Tabela 1

Clasificarea mediilor agresive – gaze (grupa A) pentru elemente de beton și beton armat

Gradul de agresivitate al mediului	Umiditatea relativă a aerului (%)	Concentrația gazelor agresive care intră în compoziția mediului (mg/l)						
		Fluorură de siliciu SiF_4	Anhidridă sulfuroasă SO_2	Acid fluorhidric HF	Hidrogen sulfurat H_2S	Oxizi de azot NO_2 și N_2O_5	Acid clorhidric	Clor (Cl_2)
I Neagresiv	<60	>0,001	0,01–0,02	0,005–0,01	0,005–0,01	0,002–0,007	—	—
	61–75	—	⩽0,01	<0,005	>0,005	<0,002	—	—
II Agresivitate slabă	⩽60	—	0,02–0,1	0,01–0,05	>0,01	0,005–0,025	<0,01	<0,001
	61–75	>0,001	0,01–0,02	0,005–0,01	0,005–0,01	0,002–0,005	—	—
	>75	⩽0,001	<0,01	<0,005	<0,005	<0,002	—	—
III Agresivitate medie	⩽60	—	0,1–0,5	0,05–0,2	—	0,025–0,125	0,01–0,05	0,001–0,005
	61–75	—	0,02–0,1	0,01–0,05	>0,01	0,005–0,025	<0,01	<0,001
	>75	>0,001	0,01–0,02	0,005–0,01	0,005–0,01	0,002–0,005	—	—
IV Agresivitate puternică	>60	—	0,1–0,5	0,05–0,2	—	0,025–0,125	0,01–0,05	0,001–0,005
	—	—	—	—	—	—	—	—
	>75	—	0,02–0,5	0,01–0,2	>0,01	0,005–0,025	<0,01	<0,001

Observații :
1. Aprecierea gradului de agresivitate al mediului gaze în condițiile acțiunilor de temperatură în limitele 20–25°C.
2. La temperaturi ridicate ale mediului pînă la 70–80°C, gradul de agresivitate va crește cu o treaptă.
3. În cazul unor gaze agresive concentrate peste limitele indicate la categoria IV se cer cercetări experimentale.

Tabela 2

Clasificarea mediilor agresive – gaze (grupa A) pentru elemente de oțel cu carbon

Gradul de agresivitate al mediului	Umiditatea relativă a aerului %	Concentrația gazelor agresive care intră în componența mediului (mg/l)						
		Fluorură de siliciu SiF_4	Anhidridă sulfuroasă SO_2	Acid fluorhidric HF	Hidrogen sulfurat H_2S	Oxizi de azot NO_2 și N_2O_5	Acid clorhidric HCl	Clor (Cl_2)
I Neagresiv	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—
II Agresivitate slabă	⩽60	>0,001	0,01–0,1	0,005–0,05	>0,01	0,002–0,025	<0,01	<0,001
	<75	⩽0,001	<0,01	<0,005	<0,005	<0,002	—	—
III Agresivitate medie	⩽60	—	0,1–0,5	0,05–0,2	—	0,025–0,125	0,01–0,05	0,001–0,005
	61–75	>0,001	0,01–0,1	0,005–0,05	>0,01	0,002–0,025	<0,01	<0,001
	>75	⩽0,001	<0,01	<0,005	<0,005	<0,002	—	—
IV Agresivitate puternică	61–75	—	0,1–0,5	0,05–0,2	—	0,025–0,125	0,01–0,05	0,001–0,005
	>75	>0,001	0,01–0,5	0,005–0,2	>0,01	0,002–0,125	⩽0,005	⩽0,005

Observații :
1. Aprecierea gradului de agresivitate al mediului gaze în condițiile acțiunilor de temperatură în limitele 20–25°C.
2. La temperaturi ridicate ale mediului pînă la 70–80°C, gradul de agresivitate va crește cu o treaptă.
3. În cazul unor gaze agresive concentrate peste limitele indicate la categoria IV se cer cercetări experimentale speciale.

— direct pe pereți și tavane, în puncte diferite față de utilaje, luîndu-se și probe de condens și probe rezultate din spălarea unor suprafețe de beton protejat anticorosiv sau chiar din mortarul de tencuială.

S-au determinat : concentrațiile gazelor corosive, umiditatea relativă și pH-ul aerului și al probelor de spălare, cît și dozarea pulberilor din aer.

Interpretarea rezultatelor s-a făcut ținîndu-se seamă și de proiectul de clasificare a mediilor agresive elaborat de Institutul de standardizare CAER din mai 1968. Această clasificare pentru elemente de beton, beton armat și oțel este expusă în tabelele 1 și 2.

Agresivitățile sub formă de limite pentru fiecare industrie cercetată, rezultată din studiul întocmit, sînt următoarele :

Industria acidului sulfuric

Industria acidului sulfuric se caracterizează prin următoarele medii care pot duce la corodarea elementelor de construcții din beton și beton armat :

— SO_2 0,002 — 0,062 mg/l, limite care se înscriu de la agresivitate slabă la agresivitate puternică conform proiectului CAER ;

— SO_4^{2-} 0,002 — 0,01 mg/l, considerat între slab şi puternic agresiv ;

— pH-ul atmosferei între 3,8 şi 2,7 ;

— pH-ul mortarului de zidărie din locurile puternic degradate = 1,4 ;

— umiditatea relativă a aerului = 70—100 %.

Faţă de concentraţia acestor medii şi valoarea umidităţii relative, considerăm că atmosferele din secţiile de fabricaţie ale acestei industrii sînt corosive faţă de elementele de construcţii din beton şi beton armat şi mortarele de tencuială, necesitînd o protecţie anticorosivă eficace. Această coroziune este confirmată atît de aspectul general al finisajelor, cît şi de valoarea pH-ului mortarului de tencuială de 1,4 în loc de 12—13, cît are obişnuit un mortar de ciment. Rezultatele determinărilor cantitative au indicat că ele variază în limite destul de largi, în funcţie de capacitatea de producţie a instalaţiilor şi de perioada cînd se efectuează recoltarea.

În general, s-a observat că în secţiile de producţie de construcţie mai nouă există valori mai ridicate ale agenţilor corosivi.

Industria de îngrăşăminte pe bază de fosfaţi

Această industrie se caracterizează prin următoarele medii care pot duce la corodarea elementelor de beton şi beton armat :

— PO_4^{3-} 0,0005—0,012 mg/l, considerat neagresiv de proiectul CAER ;

— SO_4^{2-} 0,00033 — 0,034 mg/l, limite cuprinse între neagresiv şi agresivitate medie ;

— F^- 0,0005—0,0055 mg/l, considerat slab agresiv în proiectul CAER ;

— NH_4^+ 0,001—0,04 mg/l, considerat neagresiv de proiectul CAER ;

— pH-ul soluţiilor de spălare a pereţilor din locurile degradate = 4,5 — 1,18 ;

— umiditatea relativă a aerului = 60—90 %.

Faţă de valorile menţionate mai sus, se observă că atmosferele sînt slab corosive faţă de elementele de beton şi beton armat, dar ţinîndu-se seamă de valoarea pH-ului rezultat în soluţiile de spălare a pereţilor, care se datoreşte concentrării condensului pe materiale compacte sau concentrarea în interiorul materialelor poroase (mortar), considerăm că şi în această industrie, în unele zone, pot apărea coroziuni puternice.

Mediile cele mai agresive apar la secţiile de fluosilicat de sodiu şi superfosfat de la uzina Năvodari. Agresivitatea ridicată a acestor atmosfere impune luarea de măsuri speciale de protecţie anticorosivă a elementelor de construcţii, în special la uzinele Năvodari şi Valea Călugărească.

Industria produselor clorosodice

Industria produselor pe bază de clor şi acid clorhidric se caracterizează prin următoarele medii corosive :

— HCl 0,005 — 0,973 mg/l, considerat de la slab la puternic corosiv în proiectul CAER ;

— Cl^- 0,00025 — 0,01 mg/l, de asemenea de la slab la puternic corosiv conform clasificării CAER ;

— pH-ul soluţiei de spălare a peretelui = cca 1 ;

— pH-ul soluţiei de condens = cca 0,7 ;

— umiditatea relativă a aerului = 85—100 %.

Mediile corosive existente în aceste secţii, respectiv clorul, în prezenţa umidităţii ridicate, şi acidul clorhidric, sînt foarte corosive faţă de elementele de beton, beton armat şi faţă de mortarul de ciment — pe care le corodează prin dizolvarea liantului — şi în special faţă de armătura din beton. Acest lucru este confirmat atît de corodarea armăturilor şi pieselor metalice, cît şi de degradarea completă a mortarului, din care cauză secţiile necesită mai multe reparaţii anual (secţia clorură de aluminiu).

Industria produselor sodice se caracterizează prin următoarele medii corosive :

— NaOH 0,0002—0,01 mg/l ;

— NH_3 0,0001—0,162 mg/l ;

— pulberi higroscopice — pînă la 260 mg/m³ ;

— NaOH în mortarul de tencuială 4 000—6 800 mg/m³ ;

— umiditatea relativă a aerului 50—90 %.

Coroziunea elementelor de beton şi beton armat din aceste fabrici, precum şi a mortarului de tencuială, se produce în special datorită cantităţii mari de pulberi higroscopice de sodă caustică sau sodă calcinată existente în incinta sălii de fabricaţie, care se depun şi care în contact cu umiditatea relativă sau cu apa provenită din condens formează soluţii corosive ce se concentrează în timp. Aşa se explică şi formarea ţurţurilor pe pereţi sau în locurile unde instalaţiile nu sînt suficient de etanşe.

Faptul că aceste fabrici, numai la cîteva luni de la reparaţii, prezintă degradări importante, duce la concluzia că trebuie luate cele mai adecvate măsuri de protecţie faţă de coroziunea produsă de aceste medii.

Industria azotului şi amoniacului

În fabricile de acid azotic şi azotat de amoniu, mediile corosive au fost determinate ca avînd următoarele valori :

— NO_2 0,0004—0,022 mg/l, considerat în proiectul CAER de la slab la puternic corosiv ;

— NH_3 0,006—0,11 mg/l ;

— pH-ul atmosferei = 5—4 ;

— umiditatea relativă a aerului = 60—70 %

Mediul corosiv predominant în aceste industrii, şi anume NO_2, este foarte corosiv pentru beton şi beton armat, îndeosebi în condiţiile de umiditate ridicată. Se poate spune că, deşi acţiunea corosivă a acidului azotic este ceva mai redusă decît a acidului clorhidric, măsurile de protecţie ce trebuie luate sînt mai greu de realizat, deoarece sistemele de protecţie rezistă mai puţin la acidul azotic, el fiind un mediu puternic oxidant.

Faţă de rezultatele obţinute în acest studiu, care indică agresiuni în limitele de la slab la puternic, în funcţie de diferitele secţii de fabricaţie şi de anumite zone din aceste secţii, se impune ca încă din faza de proiectare să se stabilească zonele cele mai solicitate din punct de vedere chimic şi pentru care să se stabilească cele mai eficiente sisteme de protecţie şi totodată să se recomande o utilizare raţională şi o întreţinere permanentă a utilajelor pentru reducerea pierderilor datorite mediilor corosive.

În acest sens, proiectarea urmează să adopte măsuri de protecţie diferenţiate pe industrii, secţii de fabricaţie şi zone solicitate permanent sau accidental, cît şi cele mai eficiente măsuri pentru condiţiile de exploatare.

Tot în acest scop se impune :

— lărgirea gamei de produse anticorosive;

— producerea lor permanentă şi în cantităţi suficiente ;

— cercetarea amănunţită a acestor materiale, cu stabilirea precisă a domeniului de folosire (în funcţie de condiţiile de exploatare din industria chimică anorganică) şi

— specializarea unor echipe de muncitori calificaţi pentru aplicarea unor astfel de protecţii, atît în cadrul întreprinderilor de lucrări speciale, cît şi în cadrul unităţilor la care urmează să se aplice protecţia.

Sisteme de protecţie anticorosivă la bazinele de beton pentru soluţii de sulfat de aluminiu din staţiile de tratare a apei

K?

Ing. **I. Koppel**, chim. **D. Teodorescu**, chim. **Al. Vasiliu**

INCERC

I. INTRODUCERE

În lucrarea de sinteză documentară ,,Staţii de tratare a apei potabile'' de V. Tigoianu [1] sînt indicate următoarele căptuşeli de protecţie folosite la bazinele staţiilor cu coagulant de sulfat de aluminiu :

— placarea cu cărămizi antiacide şi în rosturi chit antiacid ;

— placarea cu plăci de material plastic ;

— placarea cu plăci de plumb — cuvă de plumb ;

— masă de şpaclu (3—4 mm) din Rexidur R. şi placarea cu cărămizi antiacide pozate într-un strat de 5—6 mm de Rexidur R. cu rosturi umplute cu Rexidur R. ;

— acoperire cu două folii de Butarom (primul strat de 3 mm şi al doilea de 6 mm), vopsite la suprafaţă cu trei pelicule de lac butil.

Din enumerarea acestor tipuri de căptuşeli de protecţie se poate trage concluzia că soluţiile de sulfat de aluminiu sînt foarte agresive pentru beton.

Referitor la agresivitatea soluţiilor de sulfat de aluminiu, faţă de beton, I. Biczok [2] arată că betonul de bună calitate, confecţionat cu ciment S.54 (ciment unguresc rezistent la sulfaţi) este rezistent pentru durate îndelungate. Pentru rezervoarele de beton armat destinate depozitării soluţiilor de sulfat de aluminiu se arată că betonul trebuie confecţionat cu un ciment cu conţinut mic de CaO şi după întărire, suprafaţa trebuie tratată cu fluosilicaţi.

Deoarece soluţia concentrată (cca. 25 %) de sulfat de aluminiu preparată din sulfat de aluminiu tip III — STAS 342—59 (folosit drept coagulant) are pH-ul < 1, betonul este supus şi unei agresivităţi puternic acide, astfel că, pe lîngă indicaţiile lui Biczok, este necesară şi o protecţie suplimentară.

Privitor la rezistenţa şi durabilitatea căptuşelilor de protecţie menţionate în sinteza documentară se pot spune următoarele :

— protecţiile pe bază de plăci de plumb aplicate pe un beton uscat şi protejat în prealabil printr-un strat de bitum au dat rezultate foarte bune ; această căptuşeală este scumpă şi au fost cazuri cînd, executată necorespunzător şi fără ca betonul să fie uscat şi bine protejat cu bitum, s-a distrus foarte repede ;

— protecţiile cu cărămizi antiacide şi rosturi umplute cu chit antiacid (pe bază de silicaţi) n-au dat rezultate bune, datorită în special permeabilităţii chiturilor şi cărămizilor ;

— protecţiile pe bază de Rexidur R. şi Butarom sînt aplicate experimental şi de prea scurt timp pentru a se putea trage concluzii asupra comportării ; protecţia pe bază de Butarom este însă cam tot atît de scumpă ca şi protecţia cu plăci de plumb.

Firma germană Lechler [3] propune pentru protecţia bazinelor cu soluţie de coagulant, un strat de mortar ICOSIT K 250 cu liant răşină epoxi, acoperit cu un tip de plăci din azbociment de cca 5 mm grosime, protejate din fabrică cu un strat de cca 1 mm de mortar fin cu răşină epoxi şi cu rosturile umplute cu un chit cu acelaşi liant.

Într-o vizită de documentare la fabrica de celuloză şi hîrtie din Călăraşi s-a constatat că bazinele de coagulant (soluţie concentrată) de la staţia de tratare sînt protejate printr-o hidroizolaţie din două straturi de pînză asfaltată şi o căptuşeală din cărămizi antiacide cu rosturile umplute cu chit antiacid pe bază de silicat. La pereţii laterali ai bazinului s-a lăsat între hidroizolaţie şi placaj un gol de cca 2 cm.

În ceea ce priveşte starea căptuşelii, după peste un an de exploatare s-au observat frecvente fisuri la chitul din rosturi şi eflorescenţe pe suprafaţa cărămizilor de deasupra nivelului soluţiei. În dreptul locului de descărcare din vagon a bulgărilor de sulfat de aluminiu, placajul de cărămizi antiacide era distrus datorită şocurilor mecanice.

Cercetîndu-se starea peretelui de beton printr-un canal exterior bazinului, nu s-a observat nici o pătrundere a soluţiei de sulfat (eflorescenţe sau scurgeri). Ţinîndu-se seamă de fisurile din rosturi şi de permeabilitatea cărămizilor antiacide s-a tras concluzia că peretele de beton a fost apărat de straturile de bitum ale hidroizolaţiei.

În afară de bazinele pentru dizolvarea sulfatului de aluminiu, în care soluţiile au o concentraţie de cca 25 %, la staţiile de tratare mai sînt bazine unde se prepară şi se depozitează soluţie de cca 5 % concentraţie.

★

Pentru înlocuirea căptuşelilor din plăci de plumb şi realizarea unor sisteme de protecţie eficiente şi cu preţ mai redus, atît pentru bazinele de dizolvare, cît şi pentru bazinele de diluare, s-au făcut încercări cu materiale bituminoase şi cu materiale pe bază de emulsie de poliacetat de vinil (Aracet).

Împotriva eventualelor şocuri mecanice s-a prevăzut folosirea cărămizilor sau a placajului din gresie ceramică şi s-a încercat şi comportarea cărămizilor ceramice bitumate şi a plăcuţelor ceramice glazurate.

Ca materiale bituminoase s-au încercat diferite tipuri de pelicule bituminoase, mortare şi mase de şpaclu din ciment cu adaos de bitum, executate la rece, mortare bituminoase executate la cald şi cartoane asfaltate.

Ca materiale pe bază de Aracet s-au încercat diferite mase de şpaclu din ciment — Aracet, din nisip de Văleni — Aracet şi pelicule de Aracet. Iniţial, aceste materiale au fost luate în considerare în vederea amorsării şi nivelării prealabile a suprafeţei betonului.

II. MATERIALE FOLOSITE LA INCERCĂRI

a) Materiale pentru amorsarea şi nivelarea suprafeţei betonului înainte de aplicarea hidroizolaţiei

— Aracet EP 25.

— masă de şpaclu din ciment — Aracet EP 25 (cu folosirea cimenturilor RIM 200, F 300 şi de tip belitic — cu C_3A 3 %, notat în lucrare cu S—, raport polimer/ciment = 0,15, respectiv 0,2 şi cu raport apă/ciment = 0,35 — 0,38).

— masă de şpaclu din nisip de Văleni-Aracet EP25 (raport polimer/nisip = 0,25).

— Vinarom.

b) Materiale pentru hidroizolaţie şi protecţie bituminoasă

— soluţie bituminoasă tip CITOM STAS 6800—63

— soluţie bituminoasă cu 55—60 % bitum tip MA STAS E 7064—64

— soluţie de bitum-cauciuc (din bitum C industrial STAS 755—49 şi divinilstiren în proporţie de 3 : 1, cu solvent toluen)

— bitum tip MA STAS E 7064—64

— bitum tip G pentru drumuri STAS 754—59

— bitum tip C industrial STAS 755—49

— carton asfaltat tip MCT-4 STAS 138—58

— mortar bituminos executat la rece (din ciment PZ 400, nisip 0—1 mm, apă şi soluţie bituminoasă — 70 % bitum tip C industrial şi 30 % solvent —, cu dozaj ciment : nisip 1 : 2 şi respectiv 1 : 3, cu raport bitum/ciment = 0,5 şi raport apă/ciment = 0,7)

— mortar bituminos executat la cald (din amestec de bitum G STAS 754—59 şi bitum C STAS 755—49 20 % în greutate, microazbest Orşova 10 % în greutate, nisip de Văleni 25 % în greutate şi nisip silicios 0 — 2 mm, 45 % în greutate).

c) Materiale pentru placaj

— cărămizi ceramice liliput bitumate — prin îmbăiere timp de 2 ore în bitum încălzit la 160 — 180°C

— plăcuţe ceramice glazurate tip Cesarom (M.I.C.—N.I. 573—65)

— plăci de gresie ceramică antiacidă (tip C nesmălţuite M.I.P.C.—N.I. 1833—61).

III. TIPURI DE EPRUVETE FOLOSITE LA INCERCĂRI ŞI MODUL DE STABILIRE A COMPORTĂRII

Determinarea comportării diferitelor materiale sau a sistemelor de protecţie formate din mai multe straturi de materiale diferite, la acţiunea agresivă a soluţiilor de sulfat de aluminiu, s-a efectuat pe următoarele tipuri de epruvete :

— plăci din mortar de ciment PZ 400 cu dozaj 1 : 4, raport a/c = 0,65 şi cu dimensiuni 120 × 120 × 20 mm ;

— cuve mici din beton de ciment (PZ 400) cu dozaj de cca 350 kg ciment la m^3 de beton proaspăt ; dimensiunile interioare ale cuvei : Ø = 160 mm şi h = 150 mm ;

— cuve din beton armat avînd dimensiunile interioare de : Ø 1000 mm, h = 500 mm şi grosimea peretelui 100 mm ;

— cuvă de formă paralelipipedică din beton armat avînd dimensiunile interioare : lungimea 1 100 mm, lăţimea 600 mm şi adîncimea 320 mm, iar grosimea peretelui 50 mm.

Primele încercări s-au efectuat cu plăcile de mortar, la care pe o faţă s-au aplicat unul sau mai multe straturi din diferite materiale, după care cealaltă faţă şi muchiile au fost parafinate. Aceste plăci s-au introdus în soluţie concentrată (cca 25 %) de sulfat de aluminiu preparată din sulfat de aluminiu tip III STAS 342—59.

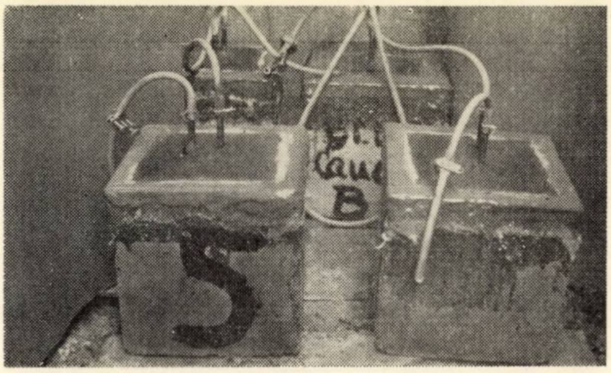


Fig. 1

Aprecierea comportării diferitelor materiale s-a făcut după aspectul suprafeţei, iar la termene mai îndelungate sau la distrugerea avansată a straturilor de protecţie s-a rupt placa, pentru a se controla, tot vizual, aspectul în secţiune (eventuala pătrundere a soluţiei agresive în mortarul de ciment şi distrugerea acestuia).

Pe baza comportării materialelor după circa două săptămîni de la introducerea în soluţie agresivă, s-au stabilit sistemele de protecţie ce urmau să fie încercate pe cuvele mici şi cuvele mari.

În cuvele mici s-a încercat comportarea sistemelor de protecţie atît la o presiune de 15 cm coloană, cît şi sub o presiune de cca 5 m coloană de soluţie agresivă. În cuvele mari s-a încercat atît aplicarea diferitelor sisteme de protecţie, cît şi comportarea lor la o coloană de 25—40 cm. Aprecierea comportării s-a făcut după aspectul suprafeţei şi al secţiunii sau după eventuale străpungeri.

În figura 1 se arată cîteva cuve mici acoperite cu capac de tablă şi montate la coloana de 5 m de soluţie de sulfat de aluminiu cu concentraţie de 25 %.

În figura 2 se arată o cuvă mare în timpul aplicării masei de şpaclu din ciment-Aracet.

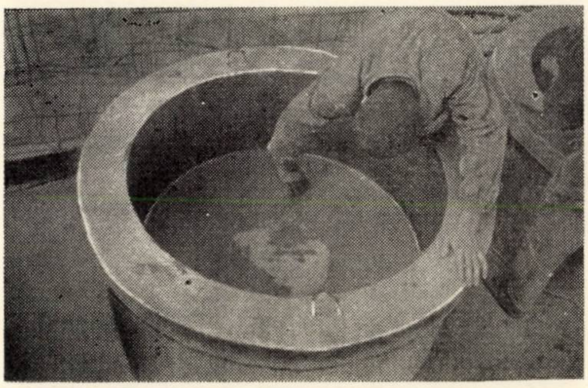


Fig. 2

Fig. 3

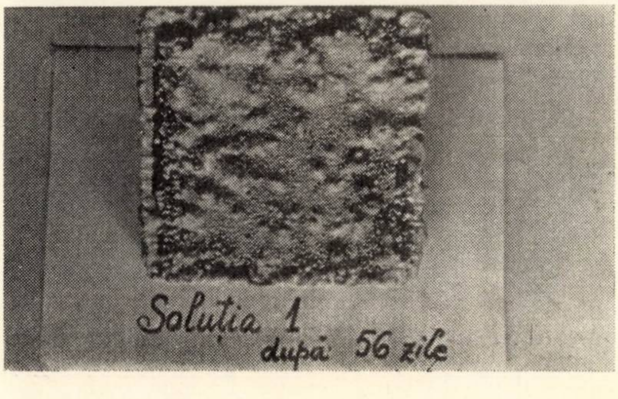


Tabela 1

Comportarea diferitelor tipuri de protecții aplicate pe plăci din mortar de ciment

Nr. tip	Structura protecției	Aspectul epruvetelor ținute in soluție de sulfat de aluminiu 25%, după:						Observații
		3 zile	12 zile	25···30 de zile	56 de zile	85 de zile	400 de zile	
1 cu ciment RIM	– amorsă Aracet – mase de șpaclu ciment-Aracet și pelicule intermediare Raport $\frac{\text{polimer}}{\text{ciment}} = 0,2$	– prezintă mici umflături albe – peliculele de Aracet nu se indepărtează prin frecare	– toată suprafața atacată – unele umflături s-au mărit	– unele umflături au continuat să crească	– suprafața plină de cratere – epruveta s-a rupt pentru observare in secțiune	–	–	Masa de șpaclu din ciment RIM-Aracet este repede atacată de sol. concentrată $Al_2(SO_4)_3$ Pelicula de Aracet nu este inmuiată de sol. concentrată de $Al_2(SO_4)_3$ *În secțiune*: Atacul s-a limitat la stratele 1 și 2 de masă de șpaclu și n-a ajuns la mortar.
1′ cu cimet belitic (S)	Idem cu inlocuirea cimentului RIM cu belitic (S) S-au executat epruvete cu raport $\frac{\text{polimer}}{\text{ciment}} = 0,2$ și 0,15	– la rap. $\frac{p}{c} = 0,2$ neatacat – la rap. $\frac{p}{c} = 0,15$ f. puține puncte albe	– la rap. $\frac{p}{c} = 0,2$ neatacat – la rap. $\frac{p}{c} = 0,15$ puține puncte albe	– la rap. $\frac{p}{c} = 0,2$ unele porțiuni au puncte mici albe – la rap. $\frac{p}{c} = 0,15$ frecvente puncte mici albe	idem ca la 30 zile.	– la rap. $\frac{p}{c} = 0,2$ toată suprafața acoperită cu puncte albe – la rap. $\frac{p}{c} = 0,15$ toată suprafața acoperită cu umflături albe.	– la rap. $\frac{p}{c} = 0,2$ toată suprafața acoperită cu umflături albe – epruveta s-a rupt după 435 zile – la rap. $\frac{p}{c} = 0,15$ toată suprafața acoperită cu umflături albe – epruveta s-a rupt după 425 zile	Masa de șpaclu din ciment belitic-Aracet este mai puțin atacată după 400 zile decit cea din ciment RIM după 56 zile. *În secțiune după 425 zile*: – la $\frac{p}{c} = 0,2$ este atacat numai primul strat de masă de șpaclu – la $\frac{p}{c} = 0,15$ este parțial atacat și al doilea strat de masă de șpaclu Mortarul de ciment nu este atacat
1″ cu cim. F 300	Idem ca la tipul 1′, cu inlocuirea cimentului belitic cu ciment de furnal F 300	– la rap. $\frac{p}{c} = 0,2$ puține puncte mici albe – la rap. $\frac{p}{c} = 0,15$ dese puncte albe	– la rap. $\frac{p}{c} = 0,2$ toată suprafața atacată – la rap. $\frac{p}{c} = 0,15$ toată suprafața atacată	– idem ca la 12 zile	– la rap. $\frac{p}{c} = 0,2$ punctele albe s-au transf. in mici umflături albe – la rap. $\frac{p}{c} = 0,15$. idem	– la rap. $\frac{p}{c} = 0,2$ s-au indesit umflăturile și s-au format dungi – la rap. $\frac{p}{c} = 0,15$ idem	– la rap. $\frac{p}{c} = 0,2$ dungile s-au ingroșat, iar umflăturile au rămas cam la aceleași dimensiuni – la rap. $\frac{p}{c} = 0,15$ idem	Masa de șpaclu din ciment de furnal-Aracet este mai rezistentă decit cea cu ciment RIM și mai puțin rezistentă decit cea cu ciment belitic. *În secțiune după 425 zile* – la $\frac{p}{c} = 0,2$ este parțial atacat și al doilea strat de masă de șpaclu – la $\frac{p}{c} = 0,15$ sint atacate admindouă straturile de masă de șpaclu Mortarul de ciment nu este atacat
2	Idem ca la tip 1 plus 3 pelicule de vopsea bituminoasă	– prezintă 2 umflături punctiforme	– una din umflături s-a crăpat, apărind cristale albe	– crăpătura s-a lărgit și au apărut alte umflături	– crăpătura a continuat să se lărgească; celelalte umflături prezintă puncte albe	– crăpătura a continuat să se lărgească, iar unele umflături să se spargă – epruveta s-a rupt după 85 zile pt. a fi observată în secțiune în dreptul crăpăturii.	–	Un singur strat de vopsea butuminoasă format din 3 pelicule nu e suficient pt. a proteja masa de șpaclu din ciment-Aracet. În secțiune se observă că după 85 zile atacul s-a limitat la primul strat de masă de șpaclu și aceasta numai în dreptul intreruperii peliculei bituminoase.
2′	Idem ca la tip 2 plus pelicule de Aracet și vopsea bit. intercalate	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	Aplicarea a încă 2 straturi de Aracet intercalate cu straturi de vopsea bituminoasă a dat pină în prezent rezultate bune Se continuă observarea
3	Idem ca la tip 1 plus: – 2 pelicule de vopsea bituminoasă – strat de mortar de ciment 1 : 2 cu adaos de bitum executat la rece – 2 pelicule de vopsea bitum – strat de mortar de ciment-bitum executat la rece – 2 pelicule de vopsea bituminoasă	– frecvente umflături, unele sparte	majoritatea umflăturilor s-au spart, formind cratere pină la al doilea strat de mortar	– a fost străpuns și al doilea strat de mortar – epruveta n-a mai fost introdusă în soluție	–	–	–	Mortarul de ciment cu adaos de bitum n-a corespuns (1 : 2)

4	idem ca la tip 1 plus : – 2 pel. vopsea bit. – masă de șpaclu ciment-bitum – 2 pel. de vopsea bit.	– frecvente umflături sparte	– s-au format cratere pînă la al doilea strat de masă de șpaclu	– a fost străpuns și al doilea strat de masă de șpaclu – epruveta nu s-a mai introdus	–	–	–	Masa de șpaclu din ciment-bitum n-a corespuns
5	idem ca la tip 3 cu schimbarea dozajului la mortarul de ciment cu adaos de bitum (1 : 3 în loc de 1 : 2)	– frecvente umflături, unele sparte	– s-au format cratere pînă la al doilea strat de mortar	– a fost străpuns și al doilea strat de mortar – epruveta nu s-a mai introdus	–	–	–	Mortarul de ciment cu adaos de bitum n-a corespuns (1 : 3)
6	– amorsă sol. bitum – folie de cart. asf. lipită cu bitum MA – folie de carton asf. lipită cu bitum MA – strat de mortar bituminos exec. la cald cu pozarea cărăm. ceram. liliput bitumate	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	– neatacat – cărămizile bitumate par umezite	Comportare bună Se continuă observarea
6′	idem ca la tip 6 pînă la al doilea strat de cart. asf. inclusiv, plus pelicule – vopsea bit. intercalată cu pelicule Aracet diluat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	Comportarea bună Se continuă observarea
7	idem ca la tip 6 cu înlocuirea căr. cer. bituminate cu plăcuțe ceramice glazurate	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	– neatacat – plăcuțele par umezite	– neatacat – plăcuțele cer. sînt umezite	Comportarea bună pînă în prezent. Acoperirea cu plăcuțe ceramice glazurate nu e corespunzătoare
7′	idem ca la tip 6′ cu aplicarea suplimentară a încă 2 pel. de Aracet diluat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	Comportarea bună Se continuă observarea
8*	– amorsă plus peliculă de Aracet diluat. – 3 straturi subțiri (cca 0,5 mm) de masă de șpaclu din nisip Văleni-Aracet	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	neatacat	Comportare bună. Se continuă observarea

---

* Plăcile cu protecție cu 3 straturi subțiri din masă de șpaclu din nisip de Văleni-Aracet s-au ținut și în soluții de sulfat de aluminiu cu concentrațiile 5, 10 și respectiv 15%.

Încercarea comportării la soluțiile mai diluate de sulfat de aluminiu (cazul bazinelor de dizolvare, unde concentrația este de cca 5% și nu sînt șocuri mecanice) s-a făcut pe plăci de mortar, folosindu-se numai masa de șpaclu din nisip de Văleni-Aracet (care s-a comportat bine la soluția concentrată de sulfat de aluminiu).

IV. COMPORTAREA DIFERITELOR STRATURI DE MATERIALE SAU SISTEME DE PROTECȚIE APLICATE PE PLĂCI DE MORTAR

a) La soluția concentrată (cca 25%) de sulfat de aluminiu

În tabela 1 se indică diferitele materiale și structuri ale protecției aplicate pe plăcile supuse încercării și se fac aprecieri asupra comportării la diferite termene. Structurile alese pentru determinarea comportării au cuprins straturi cu diferite materiale, începînd de la cele folosite pentru amorsarea și nivelarea suprafeței betonului pînă la unele materiale de placaj aplicate pe întreaga structură prevăzută.

În figurile 3–13 inclusiv se poate vedea evoluția comportării la toate tipurile de protecții ale căror structuri se dau în tabela 1.

În figura 3 se arată evoluția aspectului protecției pe bază de masă de șpaclu din ciment RIM 200-Aracet și pelicule de Aracet, după 56 zile de la introducerea în soluția concentrată.

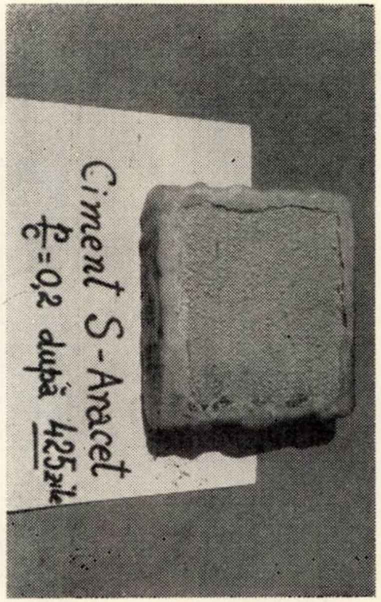


Fig. 4

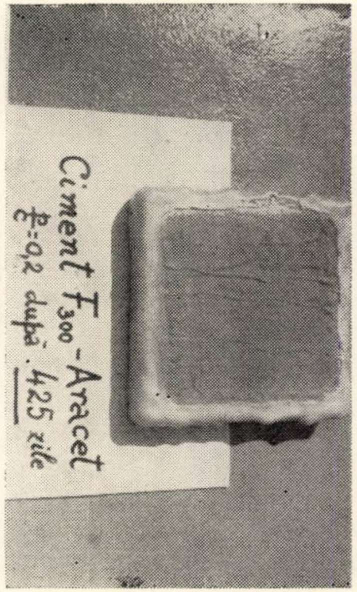
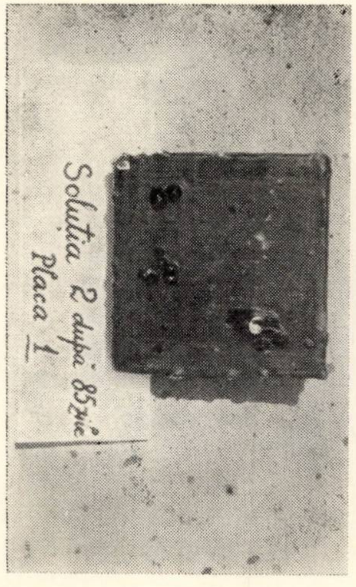


Fig. 5

Fig. 6



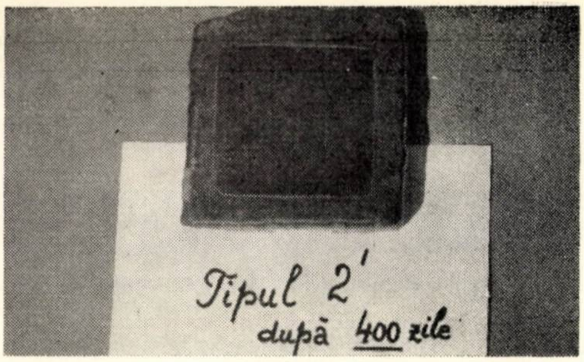

Tipul 2'
după 400 zile

Fig. 7

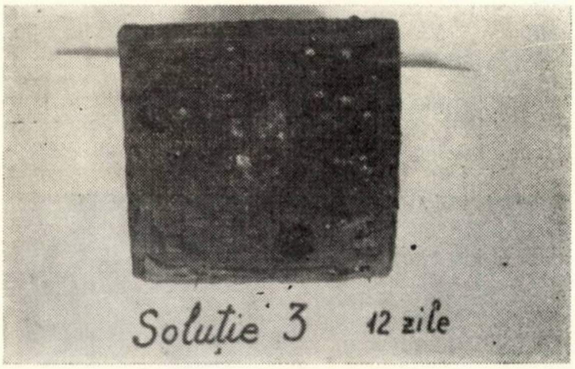

Soluție 3 12 zile

Fig. 8

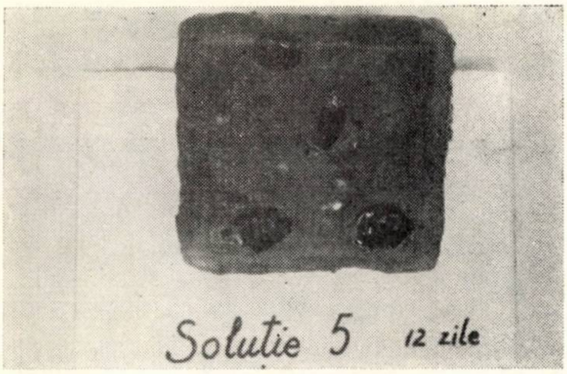
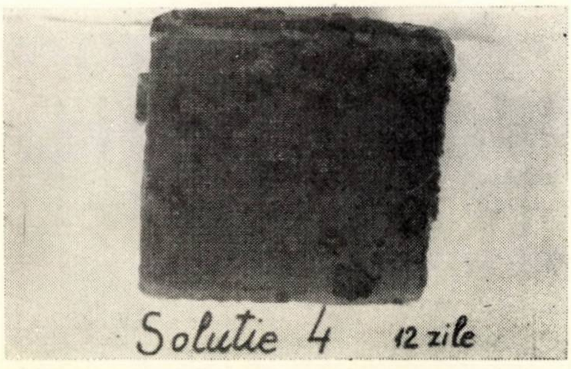

Soluție 5 12 zile

Fig. 9

Fig. 10


Soluție 4 12 zile

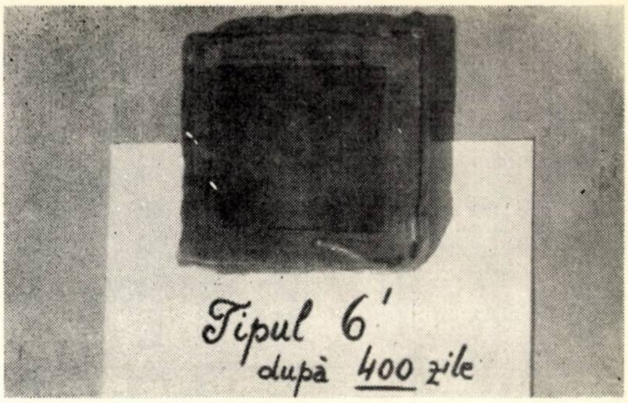

Tipul 6'
după 400 zile

Fig. 11

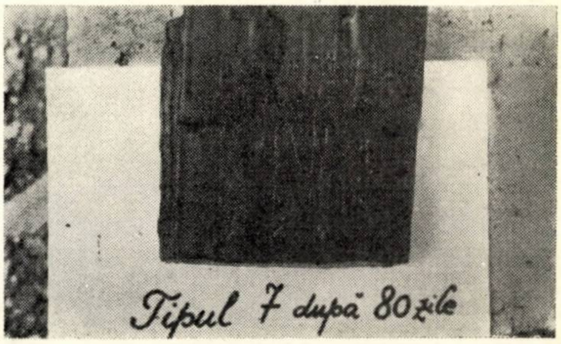

Tipul 7 după 80 zile

Fig. 12

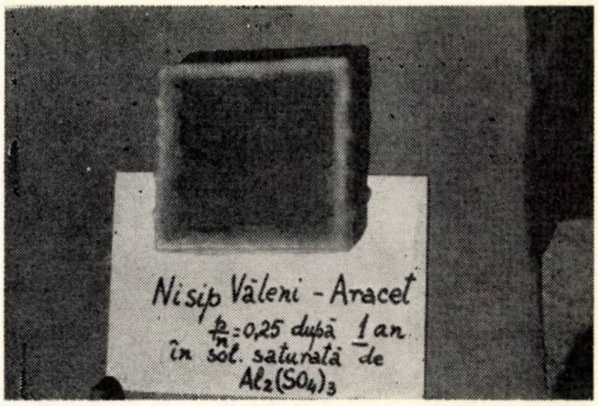

Nisip Văleni - Aracet
$\frac{p}{n}$=0,25 după 1 an
în sol. saturată de
$Al_2(SO_4)_3$

Fig. 13

În figurile 4 şi 5 se arată aspectul protecţiei pe bază de masă de şpaclu din ciment belitic (notat cu S) — Aracet şi pelicule de Aracet, şi respectiv acelaşi tip de protecţie, însă cu ciment de furnal F 300.

În figurile 6 şi 7 se arată aspectul protecţiei pe bază de masă de şpaclu din ciment-Aracet, pelicule de Aracet şi pelicule de bitum. Se remarcă buna comportare a protecţiei notată cu 2, după 400 de zile de la introducere.

În figurile 8—10 se arată aspectul protecţiilor pe bază de mortar de ciment cu adaos de bitum sau de masă de şpaclu din ciment-bitum, după o scurtă perioadă de la imersarea în soluţia agresivă.

În figura 11 se arată aspectul straturilor de hidroizolaţie ale protecţiei neacoperite cu pelicule de Aracet (6′), iar în figura 12, protejată suplimentar cu un strat de mortar bituminos placat.

În figura 13 se arată aspectul straturilor din masă de şpaclu din nisip de Văleni-Aracet, după un an de la imersare. Se remarcă buna comportare.

Din observaţiile făcute asupra comportării diferitelor straturi şi structuri de protecţie rezultă următoarele concluzii:

— Straturile corespunzătoare unei hidroizolaţii formate din două folii de carton asfaltat lipite cu bitum pe mortar în prealabil amorsat şi trei pelicule de bitum, precum şi a unui mortar bituminos (cca 20% bitum) sînt rezistente şi impermeabile la acţiunea agresivă a soluţiei concentrate de sulfat de aluminiu (25%).

Atît plăcuţele ceramice smălţuite, cît şi cărămizile ceramice bitumate sînt permeabile la soluţia de sulfat de aluminiu concentrată.

— Mortarele şi masele de şpaclu din ciment cu adaos de bitum executate la rece nu prezintă rezistenţă la acţiunea agresivă a soluţiei concentrate de sulfat de aluminiu (25%).

— Peliculele de poliacetat de vinil nu se moaie şi nu sînt distruse de soluţia concentrată de sulfat de aluminiu.

Poliacetatul de vinil conferă maselor de şpaclu din ciment-Aracet (din ciment belitic sau de furnal) şi mai ales celor din nisip de Văleni-Aracet o anumită rezistenţă la acţiunea agresivă a soluţiei concentrate de sulfat de aluminiu.

Acoperirea stratului de masă de şpaclu din ciment-Aracet cu trei pelicule de bitum (tipul 2) îmbunătăţeşte comportarea; prin acoperirea cu trei rînduri de pelicule bituminoase intercalate cu pelicule de Aracet (tipul 2′) s-a ajuns ca după peste 400 de zile să nu apară nici o degradare.

Trebuie menţionat că după peste un an de la imersare în soluţia agresivă, plăcile acoperite cu masă de şpaclu din nisip de Văleni-Aracet nu prezintă nici un semn de distrugere.

b) **La soluţii diluate de sulfat de aluminiu**

Pe baza rezultatelor iniţiale bune obţinute la încercarea plăcilor acoperite cu masă de şpaclu din nisip de Văleni-Aracet în soluţie concentrată de sulfat de aluminiu, s-au executat încercări şi în soluţii mai diluate (5% cu pH $\sim$ 1,5, 10% cu pH $\sim$ 1,0 şi 15% cu pH $<$ 1).

După un an de la introducere în medii (cu schimbarea soluţiei la fiecare trei luni), doar la suprafaţa plăcilor din soluţia de 5% s-a observat o decolorare.

De asemenea, s-a observat o diferenţă între duritatea straturilor de masă de şpaclu la plăcile ţinute în soluţii de diferite concentraţii. La cele ţinute în soluţii cu concentraţia de 10% şi în special de 5%, stratul de masă de şpaclu se deforma la apăsare cu unghia.

În figurile 14—16 se arată secţiunea unor plăci ţinute în soluţii de sulfat de aluminiu cu concentraţii de 5, 10 şi respectiv 15%.

În secţiune, sub straturile de masă de şpaclu din nisip de Văleni-Aracet s-a observat un început de atac asupra mortarului de ciment. Grosimea stratului atacat a crescut de la cca 0,1 mm, pentru soluţia cu concentraţie de 15%, la cca 1 mm şi cca 1,5 mm la concentraţiile de 10% şi respectiv 5%.

Decolorarea plăcilor ţinute în soluţia cu 5% concentraţie s-ar putea datora îmbibării cu apă a poliacetatului de vinil, care de altfel s-a manifestat şi prin muierea stratului de masă de şpaclu.

Ţinîndu-se seamă de aceste observaţii, o dată cu continuarea observării comportării acestor plăci s-au confecţionat noi epruvete (plăci) acoperite cu două straturi din masă de şpaclu din nisip de Văleni-Aracet protejate, pentru mărirea rezistenţei la soluţii diluate.

S-au introdus cîte două plăci în apă de conductă şi soluţii de 2,5%, 5% şi 10% concentraţie. Apa de conductă şi soluţiile s-au schimbat la fiecare două luni. pH-urile soluţiilor ($\sim$2 pentru soluţiile de 2,5%, $\sim$1,5 pentru soluţiile de 5%, $\sim$ 1,0 pentru soluţiile de 10% şi 6,5...7 pentru apa de conductă) au rămas neschimbate.

După şase luni de la imersare nu se observă la suprafaţa plăcilor nici un semn de distrugere şi de asemenea nici o înmuiere a stratului. În secţiune se vor observa la un an şi doi ani de la imersare.

V. COMPORTAREA DIFERITELOR STRATURI DE MATERIALE SAU SISTEME DE PROTECŢIE APLICATE PE CUVE

a) Cuve mici

În tabela 2 se indică structura protecţiilor aplicate pe diferite cuve şi se fac aprecieri asupra comportării acestora la diferite termene de la umplerea cu soluţie concentrată de

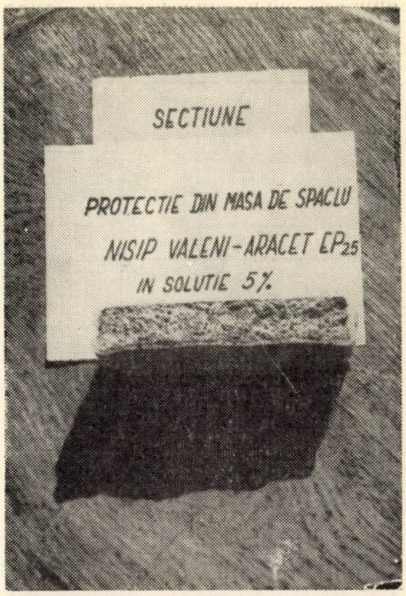


Fig. 14

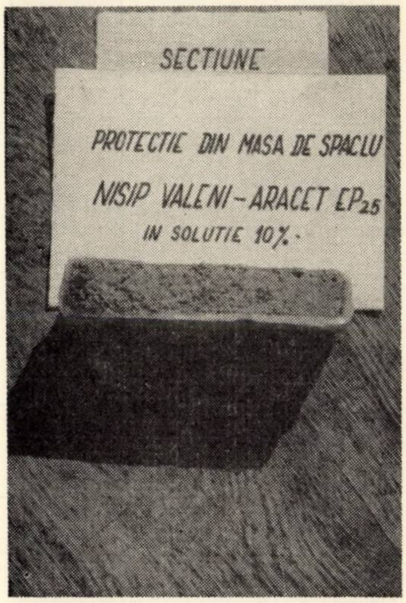


Fig. 15

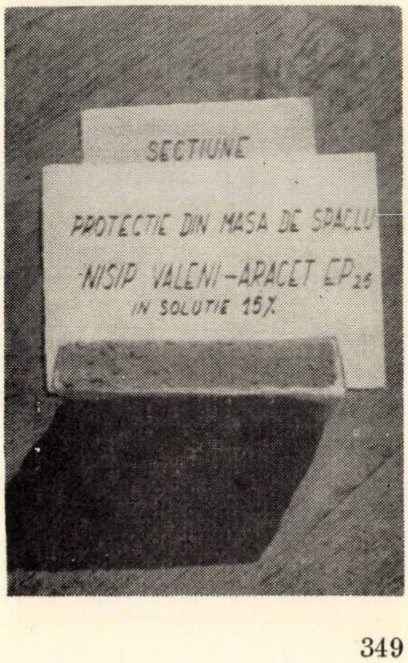


Fig. 16

Tabela 2

Comportarea diferitelor tipuri de protecţii aplicate pe cuve mici

Nr. cuvei	Structura protecţiei	Timpul de la umplere cu sol. conc. de $Al_2(SO_4)_3$ în zile		Aspect interior cuvă		Aspect exterior cuvă		Observaţii
		la pres. ambiantă	la pres. de 5 m col. sol.	presiune ambiantă	presiune 5 m col. soluţie	presiune ambiantă	presiune 5 m col. soluţie	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	– amorsă + pel. Aracet – masă de şpaclu din ciment-Aracet – amorsă sol. bituminoasă – 2 folii de carton asfaltat cu masă de lipire bitum – strat de mortar bituminos – cărămizi ceramice bitumate cu mortar bituminos în rosturi	90	–	– soluţia a pătruns prin căr. bitumate pînă la mortarul bituminos	–	nu prezintă străpungeri	–	– După spargerea cuvei, în secţiune s-a observat că soluţia agresivă n-a trecut prin mortarul bituminos. – Betonul n-a fost atacat.
2	idem ca la cuva 1 la care s-a înlocuit materialul de placa: cărămizi ceramice bitumate, cu plăcuţe ceramice glazurate tip Cesarom	90	–	–soluţia a pătruns prin plăcuţele cer. pînă la mortarul bituminos	–	idem	–	– După spargerea cuvei, în secţiune s-a observat că sol. agresivă n-a trecut prin mortarul bituminos. Betonul n-a fost atacat.
3	– amorsă + pel. Aracet – masă de şpaclu din ciment-Aracet – pel. de Aracet intercalate cu pel. de vopsea bitum	66	2*	– suprafaţa complet neatacată	– suprafaţa nu prezintă străpungeri sau atac	idem	– nu prezintă străpungeri sau atac.	* S-a menţinut sub pres. 2 zile, deoarece s-a dezlipit capacul. – După spargerea cuvei în secţiune nu s-a observat străpungerea protecţiei. – Stratul corespunzător protecţiei a rămas elastic. – Betonul n-a fost atacat.
4	Idem ca la cuva 3 la care s-au mai intercalat 2 straturi de masă de şpaclu din nisip Văleni-Aracet.	52	42**	idem	idem	idem	idem	** După 42 zile sub presiune s-a dezlipit capacul. – După spargerea cuvei, în secţiune nu s-a observat străpungerea protecţiei. – Stratul corespunzător protecţiei a rămas elastic. – Betonul n-a fost atacat.
5	Idem ca la cuva 4 la care ultimele pel. de vopsea bitum s-au înlocuit cu pel. de bitum cauciuc	52	360	idem	idem	idem	idem	– După spargerea cuvei, în secţiune nu s-a observat străpungerea protecţiei – Stratul corespunzător protecţiei a rămas elastic. – Betonul n-a fost atacat.
6	Idem ca la cuva 3, la care s-au înlocuit pel. de vopsea bitum cu pel. de bitum cauciuc	52	360	idem	idem	idem	idem	idem
7	– amorsă + pel. Aracet – masă de şpaclu de ciment-Aracet – amorsă sol. bitum – 2 folii de carton asfaltat cu masă de lipire bitum – 3 pel. din bitum-cauciuc	34	360	idem	idem	idem	idem	– După spargerea cuvei, în secţiune nu s-a observat străpungerea protecţiei. – Betonul n-a fost atacat.
8	Idem ca la cuva 7 la care ultimele 3 pel. au fost din vopsea bituminoasă	34	360	idem	idem	idem	idem	idem
9	– amorsă + pel. de Aracet – 3 straturi de masă de şpaclu din nisip Văleni-Aracet *** – amorsă bituminoasă *** – strat de bitum la cald	360	–	idem	–	idem	–	*** S-a dat pe 1/2 din suprafaţa cuvei – Stratul de bitum a rămas aderent de masa de spaclu – După spargerea cuvei, în secţiune nu s-a observat străpungerea protecţiei – Stratul coresp. protecţiei a rămas elastic. – Betonul n-a fost atacat.

sulfat de aluminiu şi sub o presiune de cca 5 m coloană din aceeaşi soluţie.

În figurile 17–21 se arată aspectul protecţiei şi al betonului – în secţiune – imediat după spargerea unor cuve.

Din observaţiile făcute asupra comportării diferitelor straturi şi structuri de protecţie aplicate în interiorul cuvelor mici rezultă aceleaşi concluzii ca cele trase la comportarea plăcilor. Suplimentar s-a constatat adeziunea bună – sub acţiunea soluţiei concentrate de sulfat de aluminiu – a stratului de bitum aplicat la cald pe masa de şpaclu din nisip de Văleni-Aracet.

b) Cuve mari

În tabela 3 se indică structura şi comportarea protecţiilor aplicate pe patru cuve de formă cilindrică şi o cuvă de formă paralelipipedică după cca 400 de zile de la umplerea cu soluţie saturată de sulfat de aluminiu.

În figura 22 se arată cuva paralelipipedică protejată.

Tabela 3

Comportarea straturilor de protecție aplicate pe cuve mari

Nr. cuvei	Structura protecției	Aspectul după cca 400 de zile de la umplere	
		interior	exterior
1	2	3	4
1	– Amorsă de Aracet – Masă de șpaclu din ciment-Aracet – 3 pelicule de vopsea bituminoasă – 2 pelicule de Aracet – 1 strat de masă de șpaclu din nisip Văleni-Aracet – 2 pelicule de Aracet – 1 strat de masă de șpaclu din nisip Văleni-Aracet – 3 pelicule de vopsea bituminoasă.	Suprafața nu prezintă nici un semn de distrugere sau dezlipire	Nu se observă pete de străpungere
2	Idem ca la cuva 1, cu înlocuirea peliculelor din vopsea bituminoasă cu vopsea din bitum-cauciuc	Idem	Idem
3	– Amorsă de Aracet – Masă de șpaclu din ciment-Aracet – Amorsă sol. bituminoasă – 2 folii de carton asfaltat cu masă de lipire bitum – 3 pelicule de vopsea bituminoasă	Idem	Idem
4	Idem ca la cuva 3 cu înlocuirea peliculelor de vopsea bituminoasă cu vopsea din bitum-cauciuc	Idem	Idem
5*	– Amorsă de Aracet – Masă de șpaclu din ciment-Aracet – Amorsă bituminoasă – 2 folii de carton asfaltat cu masă de lipire bitum – Strat de mortar bituminos executat la cald – Placaj din plăci de gresie antiacidă neglazurată	Idem	Idem

* Cuvă de formă paralelipipedică.

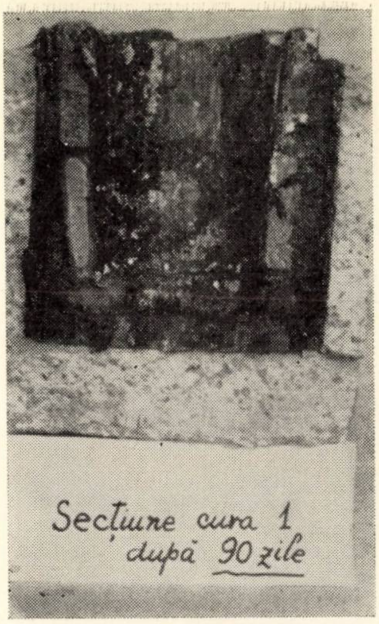


Fig. 17

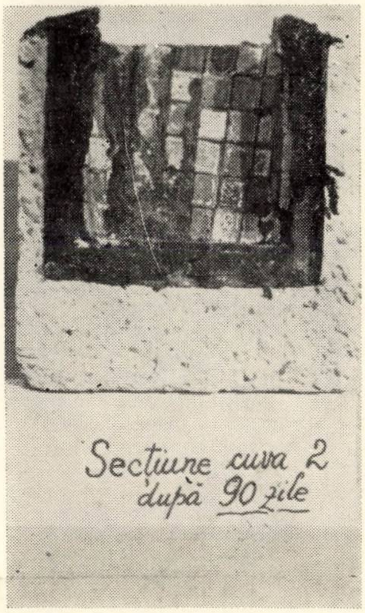
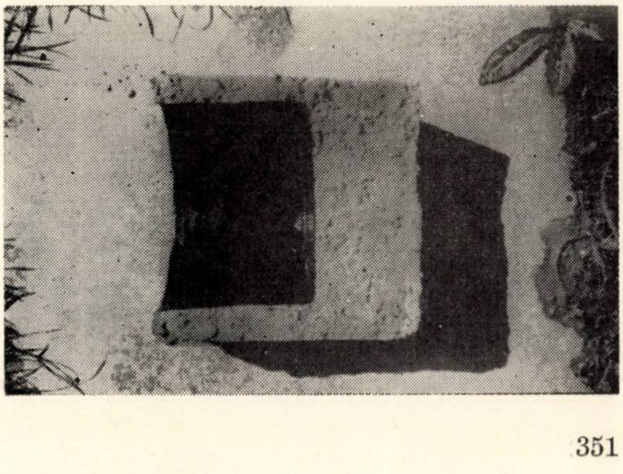


Fig. 18

Fig. 19



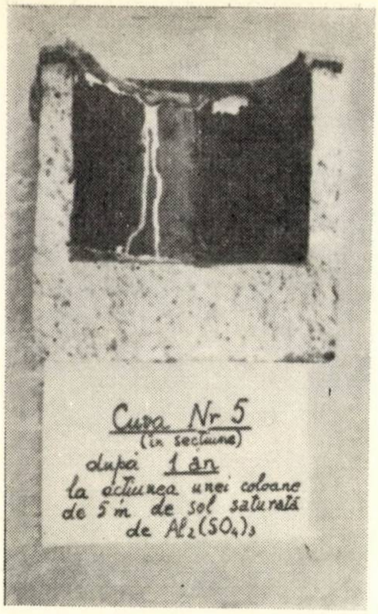


Fig. 20

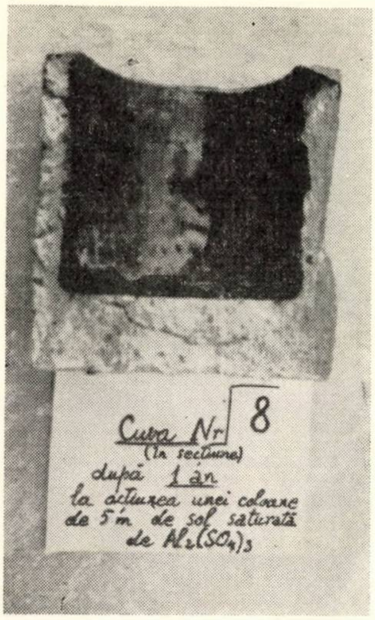


Fig. 21

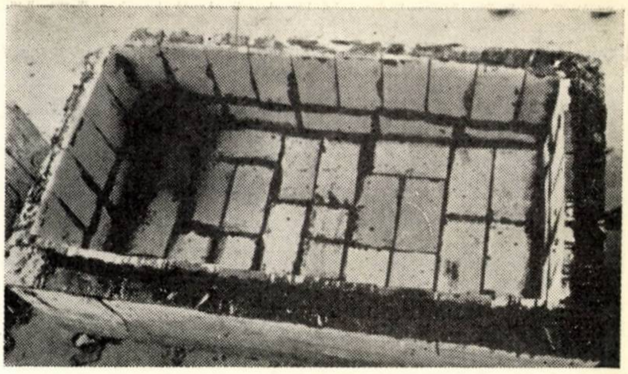


Fig. 22

VI. CONCLUZII

Din cercetările efectuate atît cu materialele bituminoase, cît și cu materialele pe bază de poliacetat de vinil încercate inițial numai pentru amorsarea și nivelarea suprafeței betonului, rezultă următoarele concluzii :

1. Materialele bituminoase sub formă de soluții bituminoase, masă de lipire, carton asfaltat și mortar bituminos executat la cald, protejate împotriva șocurilor mecanice printr-un placaj de cărămizi de gresie antiacidă pozate în mortar bituminos și cu rosturile umplute cu același mortar, pot forma un sistem de protecție pentru pereții de beton ai bazinelor de dizolvare (cu soluții concentrate de sulfat de aluminiu).

2. Materialele pe bază de poliacetat de vinil-masă de șpaclu din nisip de Văleni-Aracet și pelicule de Aracet sau Vinarom, împreună cu pelicule bituminoase aplicate între cele 2 sau 3 straturi de masă de șpaclu și pe deasupra ultimului strat s-au comportat bine la acțiunea agresivă a soluțiilor concentrate și diluate de sulfat de aluminiu.

Bibliografie

[1] Tigoianu V. : *Stații de tratare a apei potabile*, Sinteză documentară apărută în Buletinul de informare nr. 2/1967 al Centrului de documentare tehnică pentru construcții, arhitectură și sistematizare, București.

[2] Biczok I. : *Coroziunea și protecția betonului*, București, 1965.

[3] *Proiect de execuție la bazinelor de tratare a apei*, Ofertă făcută IPACH de firma germană Lechler.

K'.

Mărirea rezistenței la agresivitate sulfatică a tuburilor de beton precomprimat tip Premo

Ing. Cornelia Solacolu, chim. D. Teodorescu, chim. Al. Vasiliu
INCERC

Problema protecției anticorosive a tuburilor de beton precomprimat s-a impus atenției cercetătorilor dintr-o serie de țări europene în urma distrugerii unor conducte executate cu acest tip de tuburi. Distrugerea tuburilor de beton se datorește prezenței în apele naturale subterane sau în soluri a unor compuși care provoacă degradarea pietrei de ciment din betoane și mortare, degradare care atrage, prin mărirea permeabilității și prin reducerea valorii pH, și posibilitatea corodării armăturilor pretensionate ale tuburilor.

Apele cu duritate mică sau cele cu bioxid de carbon agresiv distrug mortarele și betoanele printr-o acțiune de dizolvare și îndepărtare a hidroxidului de calciu liber din ciment, fie ca atare, fie sub formă de carbonat acid de calciu. Apele slab acide (valoare pH sub 7) distrug piatra de ciment prin formarea unor săruri ușor solubile în apă. Apele sau solurile care conțin săruri sulfatice distrug betonul sau mortarul printr-un efect de expansiune, care este rezultatul, fie al cristalizării trisulfataluminatului tricalcic cu 30—33 molecule de apă (ape cu concentraţie mai mică de 1000 mg SO_4/l), fie al cristalizării sulfatului de calciu cu 2 molecule de apă (ape cu concentraţie mare de ion sulfat).

Vîrsta la care apar fenomenele de degradare (mărirea porozităţii, reducerea rezistenţelor mecanice, fisurări, exfolieri etc.) depinde de calitatea mortarului sau betonului (compactitate, impermeabilitate etc.), de calitatea materialelor cu care se lucrează (tipul cimentului, agregate, adaosuri), precum şi de compoziţia chimică a apelor şi solurilor agresive.

La tuburile de beton precomprimat utilizate în special la conductele de aducţiune a apei potabile, acţiunea distructivă a apelor naturale agresive se exercită asupra părţii exterioare a tubului, care vine în contact direct cu solul sau cu apa subterană. Avînd în vedere cele de mai sus, s-a studiat la INCERC problema protecţiei anticorosive a mortarului de torcret al tuburilor de beton precomprimat fabricate după tehnologia Premo, faţă de atacul sulfatic al solurilor şi apelor naturale agresive, prin utilizarea unor cimenturi cu rezistenţă mărită faţă de acest tip de agresiune, folosindu-se un strat de acoperire protector, impermeabil, şi aderent la mortarul de torcret, care să împiedice contactul direct al suprafeţei tubului cu mediul agresiv.

O condiţie care s-a impus încă de la începerea cercetărilor a fost alegerea, pentru toate studiile efectuate, a unor materiale care să corespundă condiţiilor tehnologiei de fabricaţie a tuburilor de beton precomprimat. După cum se ştie, procesul tehnologic impune obţinerea unor anumite rezistenţe mecanice după tratamentele termice. Astfel, un ciment care să nu conţină adaosuri de tipul clorurii de calciu, să aibă contracţii mici şi rezistenţe iniţiale mari, trebuie să asigure rezistenţe de minimum 200 kgf/cm² la 24 de ore de tratare termică a mortarului de torcret.

În cercetările de laborator întreprinse s-au utilizat următoarele cimenturi :

— ciment RIM 200 din producţia curentă a fabricii de ciment din Fieni, utilizat în general la confecţionarea tuburilor de beton precomprimat ;

— ciment maritim Portland, obţinut prin măcinarea cu un adaos de 4% ghips a clincherului MP produs de fabrica de ciment din Cernavoda ;

— ciment de sonde de mare adîncime (de tip belitic) produs de I.C.M.P.C. în lot experimental la fabrica de ciment din Gura Văii. Acest tip de ciment a fost luat în studiu, deoarece fiind cunoscut ca un ciment cu rezistenţă bună faţă de agresivitatea sulfatică, s-a urmărit să se stabilească dacă tratamentul termic specific confecţionării tuburilor de beton precomprimat poate asigura o mărire a rezistenţelor iniţiale ale acestui ciment, suficientă pentru a-l încadra în limitele impuse de procesul de fabricaţie ;

— ciment RIM 400 produs de I.C.M.P.C. în lot experimental la fabrica de ciment din Fieni.

Compoziţia mineralogică a cimenturilor utilizate (calculată din compoziţia oxidică cu ajutorul formulelor lui Bogue) este dată în tabela 1.

Tabela 1

Compoziţia mineralogică a cimenturilor

Ciment	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
RIM 200	55,7	13,1	11,7	8,5
Maritim	34,8	42,1	5,9	16,8
Sonde	24,5	54,0	3,2	16,0
RIM 400	63,6	6,8	14,3	8,9

Caracteristicile fizice (determinate conform STAS 227—49) şi rezistenţele mecanice ale cimenturilor sînt date în tabelele 2 şi 3.

Tabela 2

Caracteristicile fizice ale cimenturilor

Ciment	Supr. spec. Blaine	Rezid. sita 009	Timp priză		Apă de cons. norm.	Căldură de hidratare	
			începe după :	sfîrş. după :		3 zile	7 zile
	cm²/g	%	ore	ore	%	cal/g	cal/g
RIM 200	3515	3,5	2,45	4,15	26,7	71	88
Maritim	4416	1,5	1,00	2,30	24,0	55	69
Sonde	4105	1,8	2,15	3,45	25,7	46	58
RIM 400	3970	0,6	1,30	2,30	27,7	—	—

Tabela 3

Rezistenţele mecanice ale cimenturilor (kgf/cm²)

Ciment	Rezistenţă la tracţiune				Rezistenţă la compresiune			
	24 h	3z	7z	28z	24h	3z	7z	28z
RIM 200	27	31	31	36	328	388	429	516
Maritim	22	25	28	33	208	285	377	508
Sonde	19	20	25	29	120	200	273	398
RIM 400	25	23	26	30	457	471	502	545

Agregatul utilizat este agregatul obişnuit pentru mortarul de torcret de la întreprinderea de prefabricate din beton armat „Progresul" - Bucureşti, sortat pe fracţiunile 0—1 şi 1—2 mm.

Pentru a îmbunătăţi rezistenţa cimenturilor faţă de atacul sulfatic s-au folosit ca adaosuri : ipsos de construcţii, cenuşă de termocentrală şi zgură de furnal înalt, cu care s-au pregătit următoarele cimenturi :

— RIM 200 cu : 7% ipsos de construcţii,
10% cenuşă de termocentrală,
5% cenuşă de termocentrală şi 3,5% ipsos.
— Maritim cu : 4% ipsos de construcţii,
10% cenuşă de termocentrală.
— Sonde cu : 4% ipsos de construcţii.
— RIM 400 cu : 15% cenuşă de termocentrală,
30% cenuşă de termocentrală,
45% cenuşă de termocentrală,
15% zgură de furnal înalt,
30% zgură de furnal înalt,
45% zgură de furnal înalt.

Pentru confecţionarea epruvetelor cu dimensiunile de 4 × 4 × 16 cm (vibrare 60 de secunde) şi 2 × 2 × 12 cm (vibrare 30 de secunde) s-a folosit un amestec a cărui compoziţie :

ciment — 620 kg/m³
agregat — 1340 kg/m³
apă — 250 l/m³ (a/c = 0,4)

este similară cu cea a mortarului de torcret utilizat la „Progresul" — Bucureşti.

După confecţionare, epruvetele au fost tratate termic (24 de ore în apă la 40—45°C), încercate pentru verificarea rezistenţelor mecanice şi apoi păstrate 13 zile în aer. Rezistenţele mecanice determinate la 24 de ore de tratament termic sînt date în tabela 4.

După cum rezultă din tabelă, toate cimenturile utilizate, în afară de cel de sonde de mare adîncime cu sau fără adaos, se încadrează în limita de rezistenţă impusă de tehnologia de fabricare a tuburilor de beton precomprimat, avînd rezistenţe la compresiune după tratamentul termic superioare valorii minime admise.

Pentru stabilirea comportării în timp a epruvetelor de mortar de torcret păstrate în soluţie 5% de sulfat de sodiu, comparativ cu probe martor păstrate în apă de conductă, s-au determinat rezistenţe mecanice pînă la 3 ani pe epruvete de 4 × 4 × 16 cm confecţionate cu cimenturile RIM 200, maritim şi sonde şi pe epruvete de 2 × 2 × 12 cm confecţionate cu ciment RIM 400 — cu şi fără adaosuri. La acestea din urmă, pe lîngă rezistenţele mecanice pînă la 2 ani, s-a determinat şi variaţia lungimii.

Rezultatele măsurătorilor efectuate sunt redate în tabelele 5 şi 6, precum şi în figurile 1—5.

Tabela 4

Rezistențele mecanice ale mortarelor după tratamentul termic

Ciment	Adaos	%	Rezistențe mecanice R_{ti}	Rezistențe mecanice R_c
RIM 200	—	—	61	256
	Ipsos de construcție	7	58	387
	Cenușă de termocentrală	10	61	412
	Cenușă + ipsos	5+3,5	67	558
Maritim	—	—	58	305
	Ipsos de construcție	4	64	369
	Cenușă de termocentrală	10	56	336
Sonde	—	—	42	150
	Ipsos de construcție	4	59	186
RIM 400	—	—	66	367
	Zgură de furnal	15	74	261
	Idem	30	61	312
	Idem	45	57	220
	Cenușă de termocentrală	15	63	366
	Idem	30	71	296
	Idem	45	62	286

Tabela 5

Variația coeficientului de rezistență al epruvetelor de mortar de torcret imersate în soluție 5% de sulfat de sodiu

$$C_r = \frac{\text{Rezistența probei păstrate în soluție sulfatică}}{\text{Rezistența probei martor în apă la același termen}}$$

Ciment	Adaos	%	Coeficient de rezistență 6 luni	1 an	2 ani	3 ani
RIM 200	—	—	1,22	Epruvete distruse la 8 luni		
	Ipsos	7	1,00	0,88	—	0,89
	Cenușă	10	1,02	0,84	Epruvete distruse la 2 ani	
	Cenușă + ipsos	5+3,5	1,05	0,79	Epruvete distruse la 2 1/2 ani	
Maritim	—	—	0,92	1,04	—	1,06
	Ipsos	4	1,05	1,09	Epruvete distruse la 2 1/2 ani	
	Cenușă	10	0,95	0,83	—	0,78
Sonde	—	—	0,97	0,97	—	0,70
	Ipsos	4	0,89	0,91	—	0,94
RIM 400	—	—	0,76	Epruvete distruse la 6 luni		
	Zgură	15	0,80	Epruvete distruse la 7 luni		
	,,	30	0,83	Epruvete distruse la 9 luni		
	,,	45	0,99	1,02	1,07	—
	Cenușă	15	1,03	1,18	0,97	—
	,,	30	0,92	0,93	0,92	—
	,,	45	0,96	0,99	0,82	—

Analiza comparativă a rezultatelor obținute pe epruvete de mortar de torcret a dus la următoarele rezultate :

— Cimentul RIM 200 utilizat curent la confecționarea tuburilor de beton precomprimat, ca și cimentul RIM 400 a cărui utilizare urmează a fi generalizată în industria prefabricatelor, sînt cimenturi nerezistente în soluții sulfatice, distrugerea lor fiind cu atît mai rapidă cu cît soluția agresivă va fi mai concentrată în ioni sulfat.

— Adaosul de ipsos la cimentul RIM 200 îi conferă o stabilitate superioară față de atacul soluțiilor sulfatice.

— Cimentul maritim Portland unitar are o rezistență sulfatică bună, fapt pentru care se recomandă a fi utilizat la confecționarea mortarului de torcret la tuburile de beton precomprimat destinate montării în terenuri cu agresivitate sulfatică.

— Adaosurile de cenușă de termocentrală și în special cele de 30—45 %, măresc rezistența la sulfați a cimentului RIM 400

Tabela 6

Variația lungimii epruvetelor de mortar de torcret confecționate cu ciment RIM 400 (mm/m)

Adaos	%	Apă de conductă 3 luni	Apă de conductă 6 luni	Apă de conductă 1 an	Apă de conductă 2 ani	Soluție sulfatică 3 luni	Soluție sulfatică 6 luni	Soluție sulfatică 1 an	Soluție sulfatică 2 ani
—	—	+0,14	+0,17	+0,50	+0,75	+1,37	+4,00	+55,0[1]	—
Zgură	15	+0,25	+0,33	+0,58	+0,83	+1,12	+4,24	+36,2[2]	—
,,	30	+0,12	+0,25	+0,33	+0,41	+1,04	+1,33	+14,8[3]	—
,,	45	+0,30	+0,30	+0,58	+0,92	+0,17	+0,50	+2,25	+5,85
Cenușă	15	+0,84	+0,71	+0,50	+0,48	+0,87	+0,96	+4,79	+13,57
,,	30	−0,17	−0,08	0	+0,17	+0,67	+0,58	+0,58	+4,87
,,	45	−0,25	−0,17	+0,32	+0,58	+0,33	+0,46	+0,52	+1,80

[1] Determinare efectuată la cca 6 1/2 luni, înainte de distrugerea totală a epruvetelor.
[2] Determinare efectuată la 7 luni.
[3] Determinare efectuată la 9 luni.

Tabela 7

Variația lungimii epruvetelor de mortar de torcret peliculizate cu lac epoxi-gudron (mm/m)

Tipul epruvetei	Apă de conductă 6 luni	Apă de conductă 1 an	Apă de conductă 2 ani	Soluție sulfatică 6 luni	Soluție sulfatică 1 an	Soluție sulfatică 2 ani
Nepeliculizată	+0,17	+0,25	+0,33	+10,20	Epruveta distrusă la 8 luni	
Trei straturi de lac	+0,41	+0,67	+1,04	−0,50	−0,12	+0,21
Cinci straturi de lac	−0,08	+0,75	+1,95	+0,21	+0,05	+0,05

Un efect asemănător îl produce adaosul de 45% zgură de furnal înalt, însă utilizarea procentelor ridicate de adaosuri de acest fel nu poate fi recomandată pentru confecționarea tuburilor de beton precomprimat, deoarece nu au compoziții constante și reduc alcalinitatea betonului prin legarea $Ca(OH)_2$, fapt care ar putea determina coroziunea armăturilor din aceste tuburi.

★

Este bine cunoscut faptul că în problema protecției contra coroziunii nu se recurge de obicei la o singură soluție, ci se recomandă utilizarea a cel puțin două măsuri de protecție. Avînd în vedere acest scop, s-a cercetat eficacitatea peliculelor pe bază de lac epoxi-gudron pentru protecția suplimentară a tuburilor de beton precomprimat, respectiv pentru împiedicarea contactului direct dintre solul sau apa agresivă și mortarul de torcret.

Pentru aceasta s-au confecționat din cimentul RIM 200 utilizat și în încercările anterioare, epruvete de mortar, care au fost peliculizate prin aplicarea unui strat amorsă de lac epoxi-gudron diluat în proporție de 1 : 1 și a 2—4 straturi de lac epoxi-gudron diluat în proporție de 4 : 1.

După o maturizare de 14 zile a peliculelor, epruvetele au fost imersate într-o soluție de sulfat de sodiu 5%, urmărindu-se comportarea lor în timp prin variația lungimii și a coeficienților de rezistență (tabelele 7 și 8).

Tabela 8

Variația coeficientului de rezistență al epruvetelor de mortar peliculizate cu lac epoxi-gudron (C_r)

Tipul epruvetei	Coeficient de rezistență			
	3 luni	6 luni	1 an	2 ani
Nepeliculizată	0,87	1,12	Distruse la 8 luni	
Trei straturi de lac	1,01	0,96	1,01	0,90
Cinci straturi de lac	1,03	1,19	0,99	0,81

După cum se vede din datele cuprinse în tabelele 7 și 8, protejarea mortarului prin peliculizare cu lac epoxi-gudron este asigurătoare în timp, aplicarea a 3—5 straturi (un strat amorsă de lac epoxi-gudron diluat și 2—4 straturi de lac epoxi-gudron) fiind suficientă pentru a asigura o rezistență bună a mortarului în soluții sulfatice.

Întrucît aplicarea peliculelor de lac epoxi-gudron se face ușor, prin pensulare, sistemul de protecție poate fi utilizat

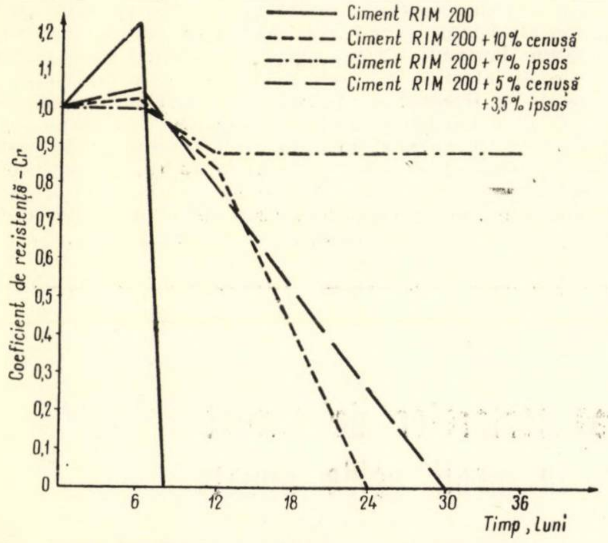
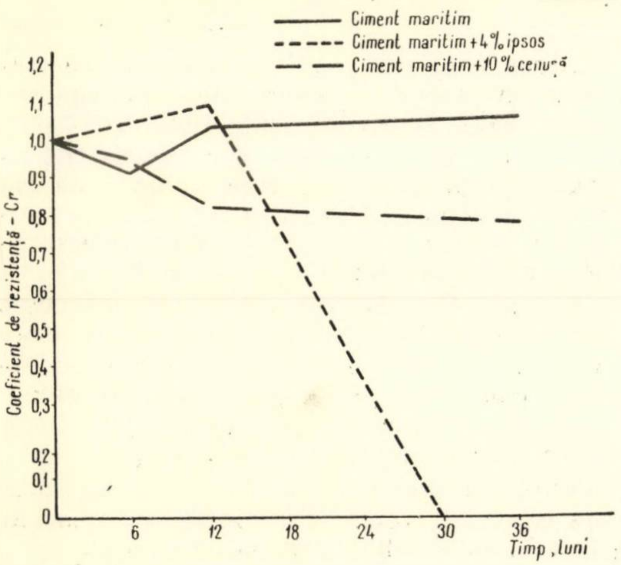


Fig. 1 – Variația coeficientului de rezistență – C_r – al epruvetelor de mortar confecționate cu ciment RIM 200 cu sau fără adaosuri

Fig. 2 – Variația coeficientului de rezistență al mortarelor confecționate cu ciment maritim Portland cu și fără adaosuri



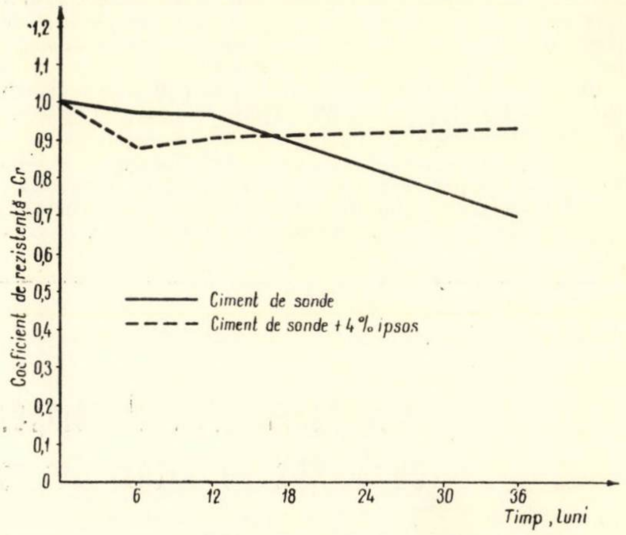
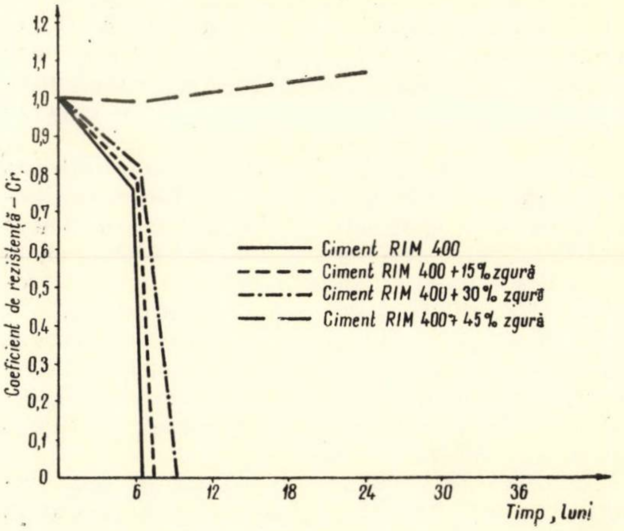


Fig. 3 – Variația coeficientului de rezistență al mortarelor confecționate cu ciment de sondă de mare adîncime cu și fără adaos

Fig. 4 – Variția coeficientului de rezistență al mortarelor confecționate cu ciment RIM 400 curat și cu diferite adaosuri de zgură de furnal înalt



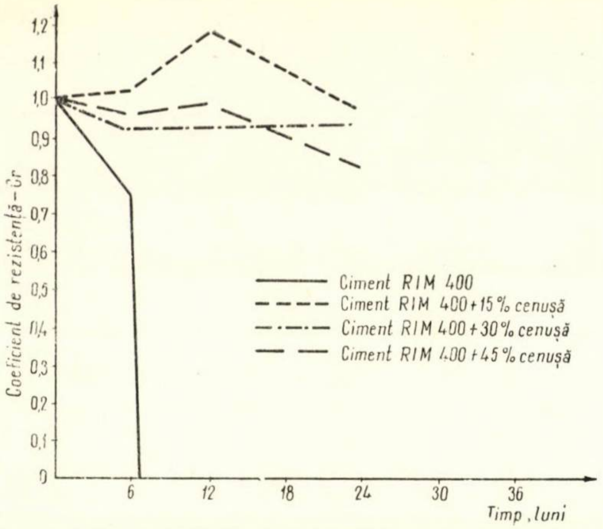


Fig. 5 – Variația coeficientului de rezistență al mortarelor confecționate cu ciment RIM 400 curat și cu diferite adaosuri de cenușă de termocentrală

pe scară industrială la protejarea tuburilor de beton precomprimat. În plus, spre deosebire de alte pelicule pe bază de polimeri, pelicula de lac epoxi-gudron poate fi aplicată pe beton umed, fără a influența negativ aderența față de stratul suport, fapt care favorizează procesul de hidratare a cimentului fără măsuri speciale pentru menținerea tubului de beton în atmosferă umedă.

Paralel, s-au efectuat, la „Progresul"-București, experimentări cu scopul de a verifica – în condițiile tehnologice de fabricare a tuburilor de beton precomprimat – soluțiile recomandate de rezultatele cercetărilor de laborator. Experimentările efectuate cu ciment maritim Portland și ciment RIM 200 cu adaosuri au demonstrat că utilizarea acestor cimenturi este posibilă, torcretarea unor tuburi de producție curentă decurgînd normal și calitatea torcretului fiind similară cu cea a torcretului obișnuit. Mai mult chiar, utilizarea cimentului maritim Portland măcinat la finețe avansată este posibilă și pentru confecționarea integrală a tubului, cimentul încadrîndu-se în limitele impuse de tehnologie și neproducînd întîrzieri în fluxul tehnologic de fabricare a tubului de beton precomprimat.

Cunoscîndu-se proprietățile impermeabilizatoare ale poliacetatului de vinil (Aracet E 50), s-a experimentat direct în fabricație efectul unui adaos de 6–8% la cimenturile încercate și în cercetările de laborator. Deși adaosul reduce într-o oarecare măsură rezistențele inițiale ale cimenturilor, aceste rezistențe rămîn încă superioare limitei minime impuse de tehnologie.

De asemenea, experimentarea aplicării peliculelor de lac epoxi-gudron pe tuburile de beton precomprimat a demonstrat că peliculizarea se face ușor, iar stratul de protecție este suficient de rezistent la șocuri mici, inerente unei manipulări corecte a tuburilor.

Tuburile experimentale realizate au fost montate în teren cu agresivitate sulfatică (cca 1800 mg SO_4^{--}/l) în zona Izvarna–Rovinari a conductei de alimentare cu apă a orașului Craiova. Deși termenul de trei ani de la data montării este prea scurt pentru a se trage concluzii definitive, rezultatele de pînă acum, atît ale cercetărilor de laborator, cît și ale experimentărilor din fabrică, permit recomandarea utilizării cimentului maritim Portland – fără adaos și măcinat fin – pentru fabricarea integrală a tuburilor de beton care urmează a fi montate în terenuri cu agresivitate sulfatică. O protecție suficientă o constituie și simpla acoperire a mortarului de torcret cu lac epoxi-gudron. În cazul în care nu se poate evita o manipulare necorespunzătoare a tuburilor de beton care urmează a fi montate în terenuri cu concentrație mare în ioni sulfat, se recomandă utilizarea atît a cimentului maritim Portland, cît și a peliculei de lac epoxi-gudron.

Cercetări privind comportarea mortarelor de ciment cu adaos de latex de cauciuc în medii acide diluate

Chim. D. Teodorescu, ing. Georgeta Pipera, ing. Gh. Stamate, dr. ing. I. Făcăoaru

INCERC

Rezistența mortarelor de ciment la atacul chimic poate fi mărită prin adăugarea unor emulsii de polimeri, dintre care cele mai utilizate sînt cele pe bază de latexuri de cauciuc (natural sau sintetic).

Aceste adaosuri îmbunătățesc lucrabilitatea mortarului, măresc gradul de impermeabilitate la apă și rezistența la întindere, reduc tendința de microfisurare, măresc adeziunea la stratul suport și rezistența la unele medii corosive în funcție de tipul și natura latexului.

Pentru a putea fi utilizate, întrucît coagulează în contact cu cimentul, ele sînt livrate în amestec cu stabilizatori de natură coloidă, vulcanizatori și antioxidanți care măresc rezistența la îmbătrînire.

În prezenta lucrare vom expune pe scurt rezultatele cercetărilor de laborator ce au dus la stabilirea unor compoziții de mortare de tencuială din ciment cu adaosuri de latex, cu rezistență mărită la medii acide diluate.

În acest sens s-au studiat comparativ trei latexuri stabilizate pentru ciment, două de tip butadienstirenic (Dow-latex și latex-revertex sort B 3118 și al treilea de tip policloroprenic (sort A 5213 firma Bayer — R.F.G.).

În cazul Dow-latexului, întrucît mortarele astfel confecționate înglobau o cantitate mare de aer, s-a stabilit mai întîi procentul optim de antispumant, în funcție de rezultatele obținute în ceea ce privește : absorbția de apă, contracția în aer și rezistențele mecanice.

Cercetările efectuate au indicat că în cazul Dow-latexului procentul optim de antispumant a fost de 0,5% din cantitatea de ciment.

Pentru determinarea comparativă a caracteristicilor celor trei tipuri de latexuri studiate s-au confecţionat epruvete din mortar avînd dimensiunile de 2 × 2 × 12 cm, trăgîndu-se următoarele concluzii :

— în ceea ce priveşte contracţia la aer, mortarele cu adaos de Dow-latex au la 28 de zile contracţiile cele mai reduse, deşi iniţial ele sînt mai mari decît ale probelor martor, dar nu cresc în timp ;

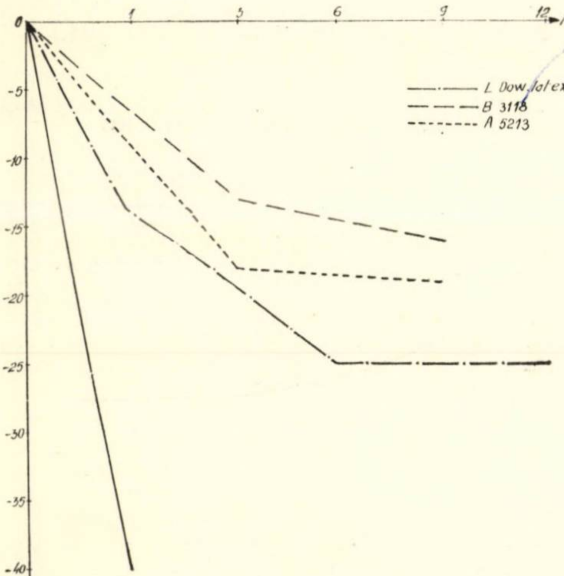
— aceleaşi mortare prezintă şi cele mai bune rezultate în ceea ce priveşte absorbţia la apă (4,5% faţă de 6,3% la proba martor), rezistenţa la încovoiere (63 kg/cm² faţă de 37 kg/cm²), rezistenţa la compresiune (158 kg/cm² faţă de 97 kg/cm²) şi adeziunea (9,5 pentru Dow-latex, 8,8 pentru latex B 3118 şi 6,3 pentru latex A 5213 policloroprenic faţă de cca 1 kg/cm² la proba martor) ;

— în ceea ce priveşte modulul de elasticitate, se observă că adaosul de latex a redus evident modulul de elasticitate static al mortarelor, cele mai mici valori obţinîndu-se cu adaos de latex revertex tip B 3118 (65 000 kgf/cm² faţă de 295 000 kgf/cm² la proba martor) ceea ce indică o capacitate de alungire mai mare.

I. DETERMINAREA REZISTENŢEI LA MEDII COROSIVE

Comportarea la medii corosive a mortarelor de ciment cu adaos de latex s-a făcut comparativ pe epruvete de 2 × 2 × 12 cm din mortar de ciment cu sau fără adaos de latex, păstrate timp de 2—12 luni în mediile corosive acide cele mai des întîlnite în industria chimică anorganică, pînă la concentraţia maximă de 2%. Mediile corosive au fost schimbate la orice modificare a concentraţiei.

Fig. 1 – Pierderi în greutate ale mortarelor păstrate în soluţie de 2% HCl



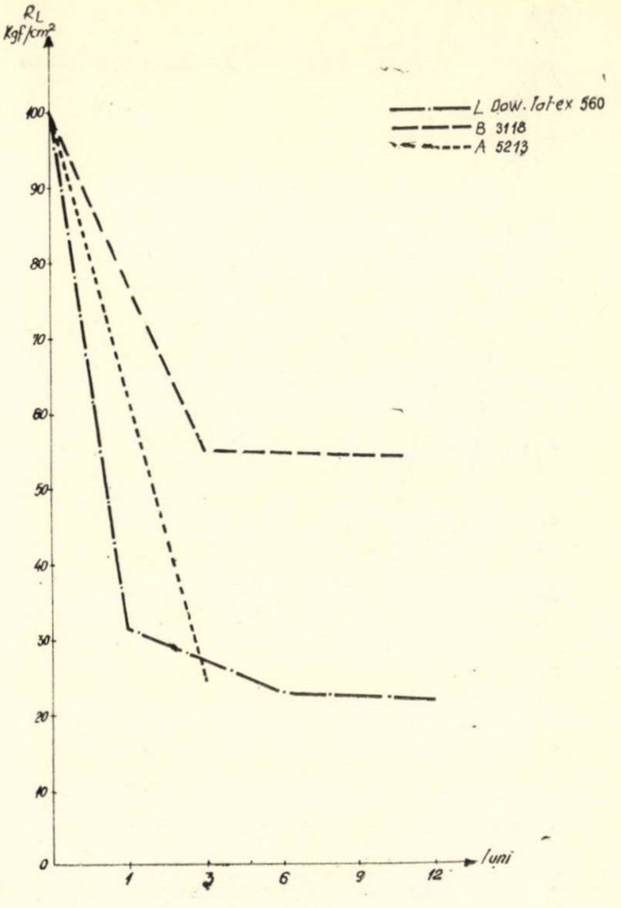


Fig. 2 – Variaţia rezistenţelor la încovoiere (R_i) ale mortarelor cu adaos de latex păstrate în soluţie de 2% HCl

1. Comportarea în soluţii de acid clorhidric

Comportarea în soluţii de acid clorhidric a acestor mortare a fost stabilită, atît pe baza pierderilor în greutate şi a variaţiilor rezistenţelor mecanice, cît şi prin scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului determinată prin metoda ultrasonică.

Din figura 1 se observă că cele mai bune rezultate în ceea ce priveşte pierderea în greutate la concentraţia de 2% s-au obţinut pe epruvete cu adaos de latex-revertex B 3118, indicînd o pierdere de cca 15%, în timp ce epruvetele cu Dow-latex au prezentat pierderi de 25%, ceea ce reprezintă aproape toată cantitatea de ciment introdusă în mortar. Trebuie remarcat, însă, că în timp ce proba martor s-a degradat complet la o lună de la introducerea în medii, epruvetele cu adaos de latex şi-au păstrat forma chiar şi după 9—12 luni de la introducerea în medii.

În figurile 2 şi 3 se dă variaţia rezistenţelor la încovoiere şi a rezistenţelor la compresiune ale acestor mortare păstrate în soluţii de 2% HCl. Din alura curbelor, cele mai mici scăderi reprezintă mortarul cu adaos de latex-revertex B 3118, urmate de cele cu adaos de Dow-latex şi tipul A 5213. Pe figuri nu s-au putut reprezenta probele martor, întrucît acestea s-au distrus chiar la o lună de la introducerea în medii.

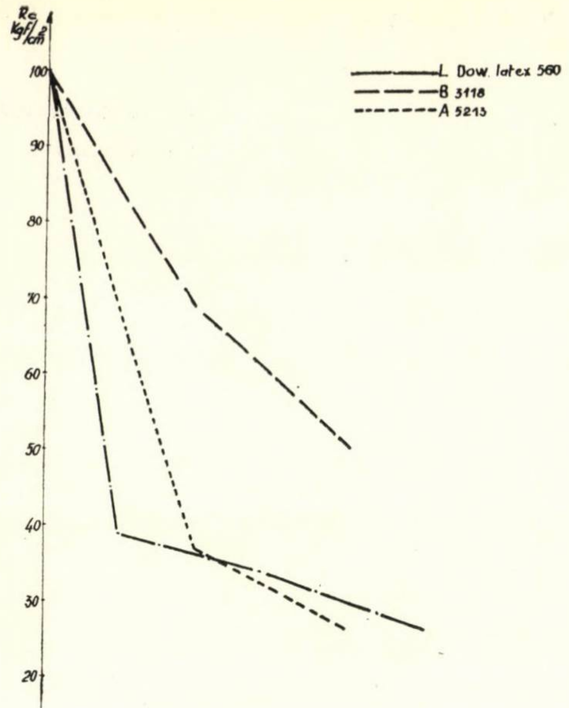
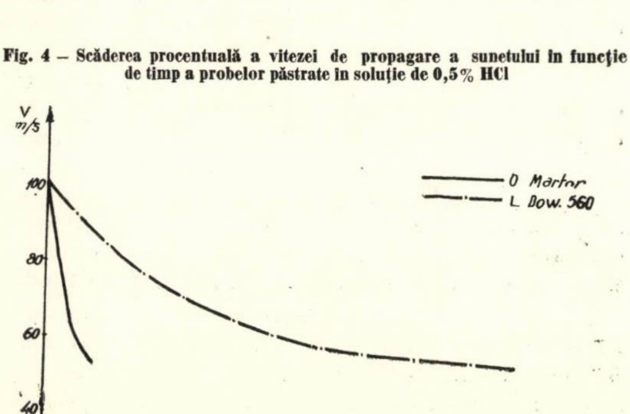


Fig. 3 – Variația rezistențelor la compresiune (R_c) ale mortarelor cu adaos de latex păstrate în soluție de 2% HCl

Din rezultatele obținute pe epruvete păstrate în soluții de concentrație mai mică (0,5 %), s-a observat că rezistențele la o lună de păstrare în medii au fost influențate în mai mică măsură, dar la 12 luni rezultatele au fost practic identice cu cele păstrate în HCl 2%.

Figurile 4, 5, 6 indică scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului în funcție de timp, a epruvetelor martor și cu adaos de latex, determinată prin metoda ultrasonică. Din analiza acestor rezultate se constată că la concentrația de 0,5% HCl, mortarele cu adaos de latex ajung după 12 luni la aceeași reducere de viteză de propagare ca și cele fără adaos la o lună, pe cînd cele păstrate în soluții de 1 și 2% HCl ajung după 6 luni la viteza de propagare ca și cele fără adaos după mai puțin de 15 zile.

Fig. 4 – Scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului în funcție de timp a probelor păstrate în soluție de 0,5% HCl



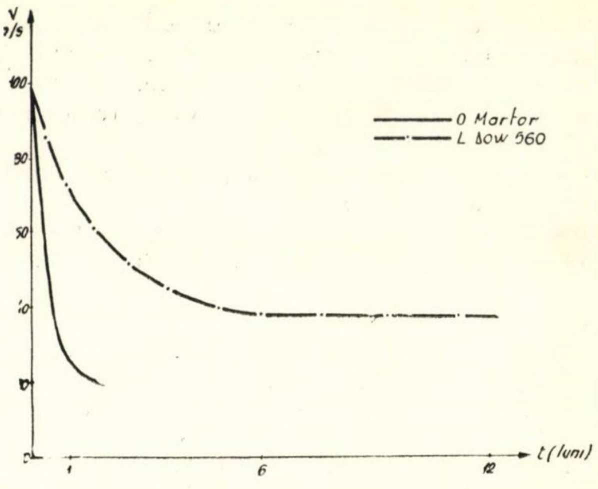
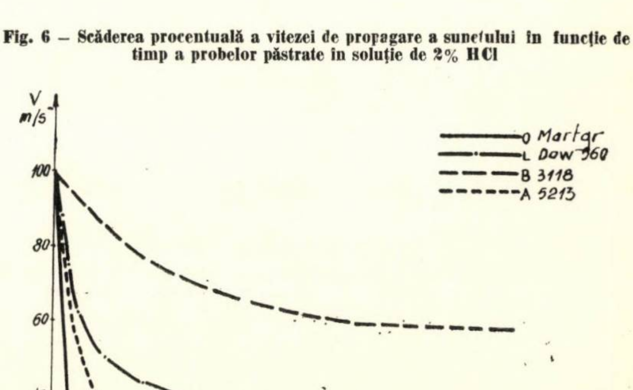


Fig. 5 – Scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului în funcție de timp a probelor păstrate în soluție de 1% HCl

În ceea ce privește comportarea celor trei sorturi de latex la soluții de 2% HCl, cele mai mici scăderi ale vitezei de propagare s-au obținut pe mortare cu adaos de latex B 3118, urmat de Dow-latex 560 și A 5213.

În general, verificarea comportării la medii corosive prin metoda ultrasonică prezintă avantajul că dă posibilitatea urmăririi evoluției în timp a fenomenului de coroziune pe aceeași epruvetă sau element de construcție fără distrugerea ei, face legătură strînsă între rezultatele încercărilor nedistructive și transformările de structură în material, datorită fenomenelor de coroziune, dă posibilitatea să fie aplicată chiar direct pe elemente de construcție.

Fig. 6 – Scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului în funcție de timp a probelor păstrate în soluție de 2% HCl



2. Comportarea în soluții de H_2SO_4

Pentru cercetarea comportării la H_2SO_4 s-a utilizat aceeași metodologie ca și la HCl. La epruvetele păstrate în aceste soluții, pierderea în greutate nu poate să indice o agresivitate reală, datorită faptului că în acest caz, pe lîngă agresivitatea acidă, apare și o agresivitate sulfatică cu formarea unor noi compuși cristalini de tipul etringitului și ghipsului, care își măresc volumul.

Din urmărirea comportării epruvetelor păstrate în soluții de concentrație 0,5%, 1% și 2% H_2SO_4 a reieșit că la soluția de 2% adaosul de latex nu a îmbunătățit comportarea la medii agresive, epruvetele de mortar de ciment cu adaos de Dow-latex distrugîndu-se după o lună, iar cele cu latex revertex B 3118 și tip A 5213 s-au distrus chiar la trei zile de la păstrarea în aceste soluții.

Comportarea slabă a acestor mortare se datorește faptului că adaosul de latex s-a înmuiat, iar probele respective au fisurat așa cum se vede în figura 7. Scăderile procentuale ale vitezei de propagare a ultrasunetelor la 0,5%, 1% și 2% sînt arătate în diagramele din figurile 8, 9, 10. Din analiza acestor rezultate se observă că mortarele cu adaos de latex prezintă scăderi de viteză de propagare mai mari decît cele înregistrate pe epruvete de mortar fără adaos, scăderi ce se accentuează o dată cu creșterea concentrației soluției de H_2SO_4 la 1% și 2%.

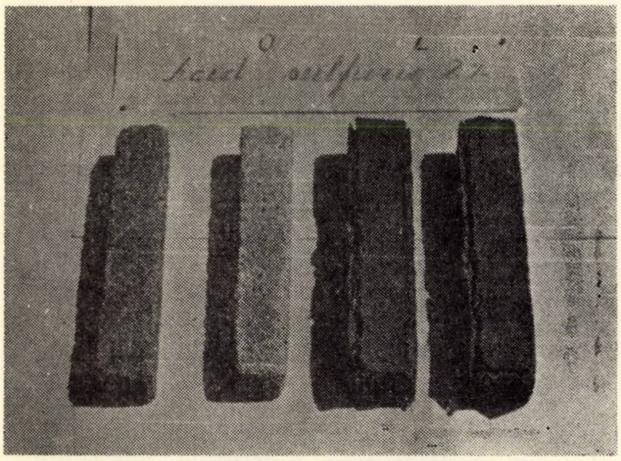
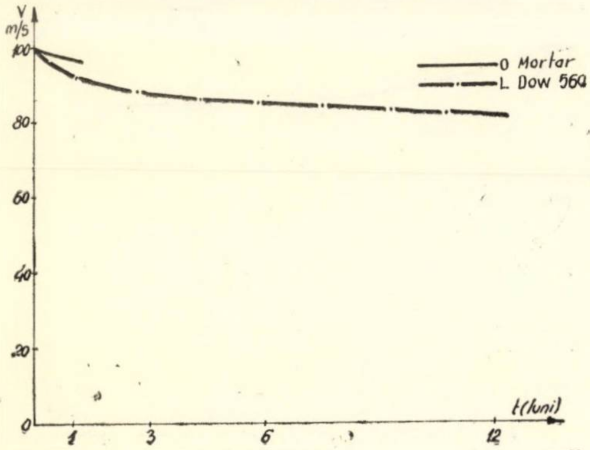


Fig. 7 – Fisurarea probelor

Fig. 8 – Scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului în funcție de timp a probelor păstrate în soluție de 0,5% H_2SO_4



3. Comportarea în soluții de HNO_3

Comportarea epruvetelor de mortar păstrate în soluții de HNO_3 se aseamănă cu cea în HCl, observîndu-se însă o agresivitate mai redusă, în special în primele luni de păstrare.

În general, mortarele cu adaos de latex prezintă o comportare relativ bună la acest agent corosiv, cea mai bună comportare prezentînd-o tot mortarul cu adaos de latex revertex B 3118.

În ceea ce privește rezistențele mecanice, așa cum rezultă din figurile 11 și 12, cele mai bune rezistențe le prezintă mortarele cu latex B 3118, iar cele mai scăzute, mortarele cu Dow-latex 560.

Mortarele fără adaos de latex n-au fost reprezentate în figură, deoarece ele s-au distrus la mai puțin de o lună de păstrare în HNO_3.

Din figurile 13 și 14, în care se arată scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului

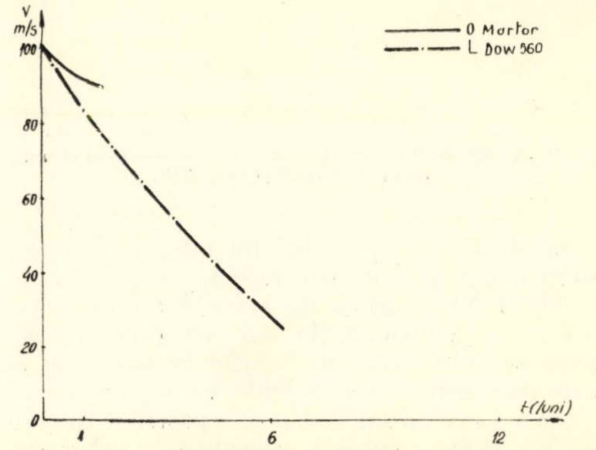
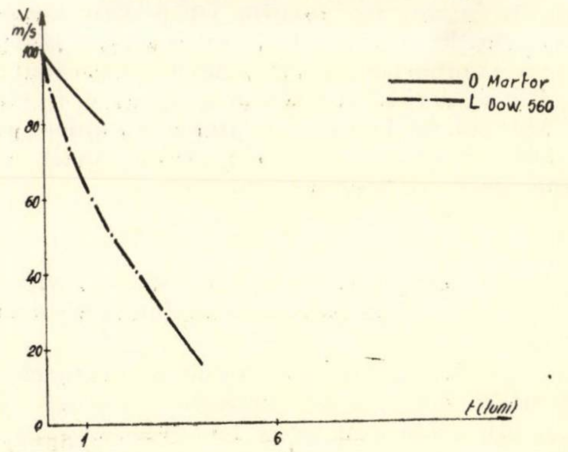


Fig. 9 – Scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului în funcție de timp a probelor păstrate în soluție de 1% H_2SO_4

Fig. 10 – Scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului în funcție de timp a probelor păstrate în soluție de 2% H_2SO_4



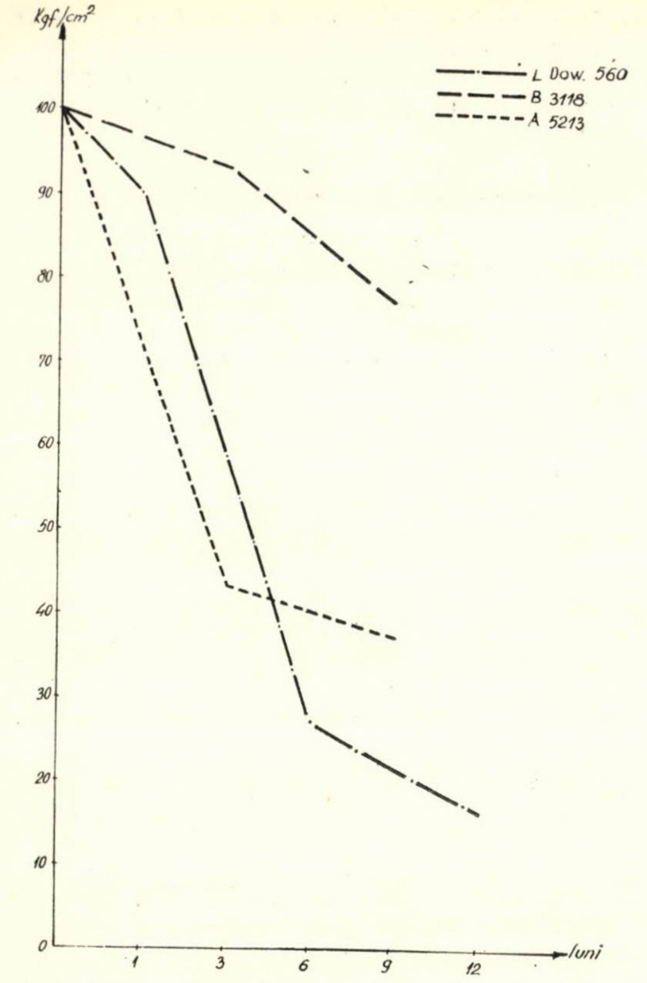


Fig. 11 – Variaţia rezistenţelor la încovoiere (R_i) ale mortarelor cu adaos de latex păstrate în soluţie de 2% HNO_3

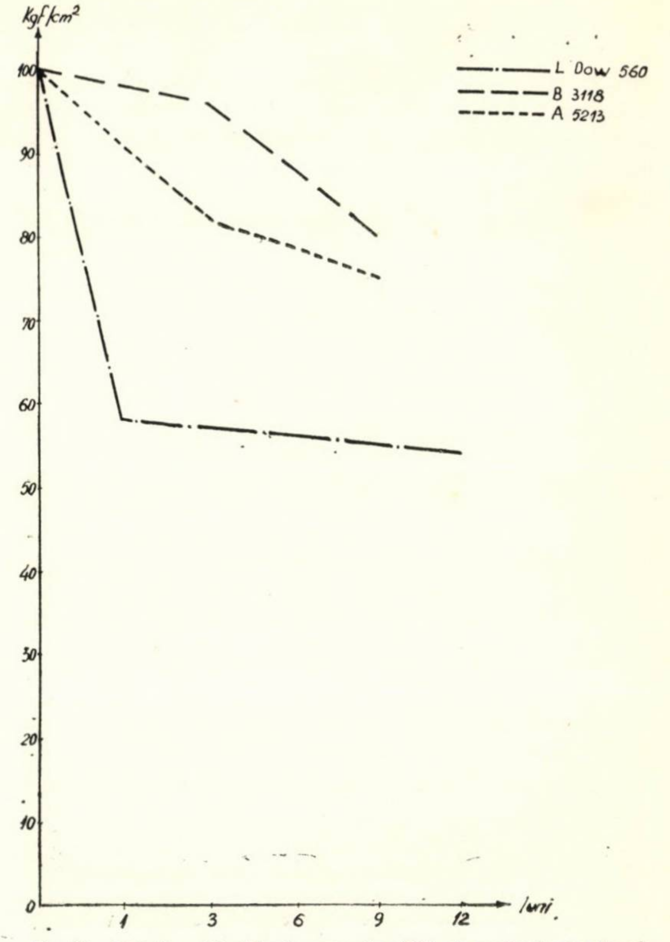


Fig. 12 – Variaţia rezistenţelor la compresiune (R_c) ale mortarelor cu adaos de latex păstrate în soluţie de 2% HNO_3

în mortarele cu adaos de Dow-latex în funcţie de timp a epruvetelor păstrate în soluţii de 0,5% şi 1% HNO_3, reiese că această scădere creşte o dată cu concentraţia soluţiei corosive şi că epruvetele păstrate în soluţie de 0,5% au scăderi procentuale echivalente cu ale epruvetelor martor la cca o lună, iar cele păstrate în soluţii de 1% HNO_3, scăderi procentuale echivalente cu ale probelor martor păstrate timp de 15 zile.

În ceea ce priveşte scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului a epruvetelor păstrate în soluţii de 2% HNO_3, care este arătată în figura 15, rezultă că pentru această concentraţie adaosul de latex revertex B 3118 are o comportare foarte bună, neprezentînd practic scăderi ale vitezei de propagare, în timp ce adaosul de Dow-latex prezintă scăderi pînă la 50%, avînd totuşi o comportare mult mai bună decît a probelor martor.

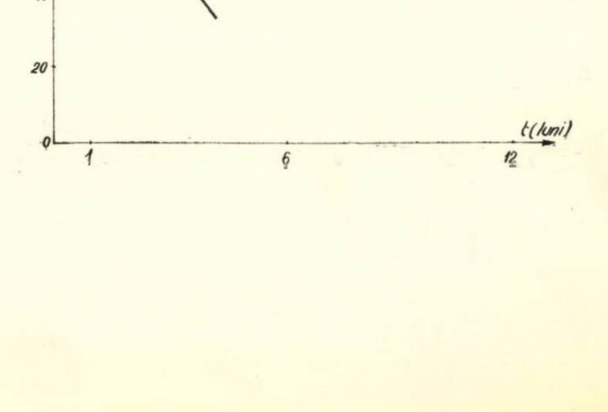
★

Din cercetările efectuate, ale căror rezultate au fost expuse în articol, se desprind următoarele concluzii :

— adaosul de latex introdus în mortarele de tencuială din ciment măreşte rezistenţa lor la soluţii acide diluate de HCl şi HNO_3, dar nu şi la soluţiile diluate de H_2SO_4, conferind totodată o adeziune mărită la stratul suport, grad de impermeabilitate ridicat, o capacitate de alungire mai mare, rezistenţe mecanice superioare ;

— la aceste mortare, chiar dacă în timp cimentul este solubilizat parţial sau total, agregatul nu se desprinde, mortarele păstrîndu-şi

Fig. 13 – Scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului în funcţie de timp a probelor păstrate în soluţie de 0,5% HNO_3



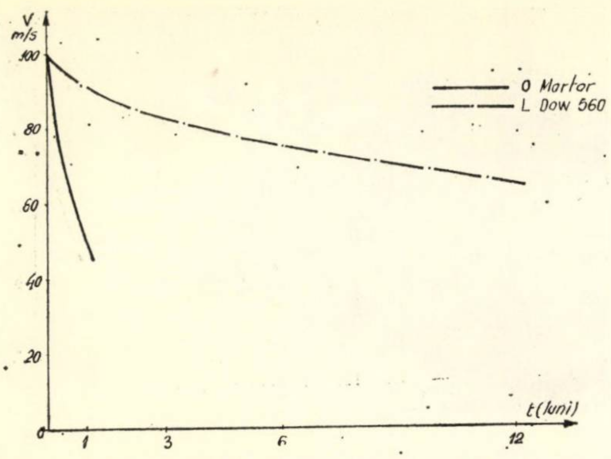


Fig. 14 – Scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului în funcţie de timp a probelor păstrate în soluţie de 1% HNO_3

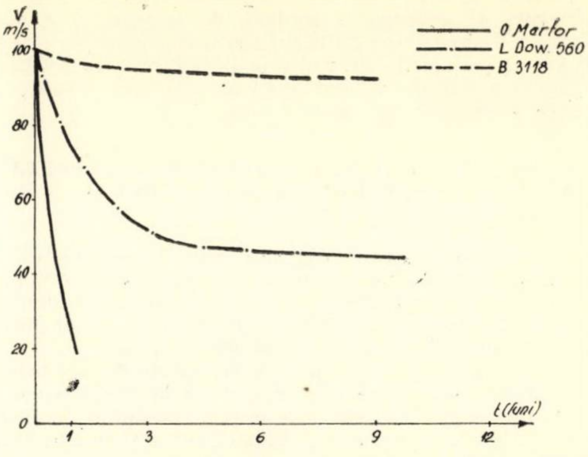


Fig. 15 – Scăderea procentuală a vitezei de propagare a sunetului în funcţie de timp a probelor păstrate în soluţie de 2% HNO_3

forma, spre deosebire de cimentul fără adaos, care se degradează complet într-un timp foarte scurt;

— dintre tipurile de latex cercetate, ca adaos la mortarele de ciment, comportarea cea mai bună au prezentat-o cele pe bază de latex butadien stiren B 3118, produs al firmei Revertex Londra, urmat de latexul butadien stiren Dow 560 cu adaosul respectiv de antispumant pe bază de siliconi, produs al firmei The Chemical Company Rz Co Sthal A G Elveţia — Austria;

— evoluţia coroziunii pe mortarele de ciment cu şi fără adaos de latex s-a putut urmări în timp cu multă precizie prin metoda ultrasonică.

Bibliografie

[1] Cerkinski Iu. S.: *Betonul de ciment cu polimeri*, Bucureşti, Ed. tehnică 1952
[2] * * *: Plastiques batiment, dec., 1956.
[3] * * *: Plasticeskie massi, nr. 2, 1963.
[4] Priscenko I.: Stroitelniie materiali, nr. 2, 1959.
[5] Silli C. şi Martini O.: Silikattechnik, nr. 11, 1958.
[6] Savina O.: Rev. materiale plastice, nr. 7, 1963.
[7] * * * : Plastiques batiment, apr., 1962.
[8] * * *: Plastiques batiment, iunie, 1962.
[9] Kranz S.: Werkstoffe u. Korrosion, nr. 2, 1965.
[10] Carnsud B.: Werkstoffe u. Korrosion, nr. 2, 1965.
[11] Collet X.: Bulletin RILEM, nr. 28, 1965.
[12] Okada K.: Bulletin RILEM, nr. 28, 1965.
[13] Shirayama K.: Bulletin RILEM, nr. 28, 1965.

Instalaţie pentru încercarea elementelor de beton armat şi beton precomprimat la coroziune

k!

Conf. ing. **A. Mihul**, ing. **A. Zaicescu**, ing. **C. Capatu**, ing. **A. Cuciureanu**

INCERC – Iaşi **Institutul politehnic Iaşi**

I. CONSIDERAŢII GENERALE

În multe ţări se manifestă neîncredere asupra posibilităţilor de utilizare a elementelor de beton precomprimat în structurile de rezistenţă ale halelor din industria chimică, neîncredere cauzată în primul rînd de necunoaşterea fenomenelor de corodare care au loc în diverse situaţii, cît şi de o serie de accidente care s-au produs datorită corodării sîrmelor preîntinse. Analiza comportării elementelor de beton armat şi a celor de beton precomprimat în medii agresive a dus la stabilirea principalei cauze care determină comportarea mai slabă a elementelor precomprimate: sensibilitatea mai mare la coroziune a armăturilor pretensionate, determinată atît de structura oţelului, cît şi de prezenţa unor tensiuni mult superioare tensiunilor din oţelurile moi utilizate în elemente de beton armat: utilizarea armăturilor pretensionate sub formă de sîrme cu diametru mic, care prezintă o suprafaţă specifică — respectiv suprafaţă de atac — mult mai mare în raport cu secţiunea transversală. În consecinţă, deşi betonul folosit în elementele precomprimate prezintă o capacitate net superioară de protecţie a armăturii datorită compactităţii sale mai mari şi înlăturării fenomenului de fisurare sub sarcinile de exploatare, elementele precomprimate — aşa cum sînt concepute în prezent — au o siguranţă de exploatare în medii agresive mai mică decît cele neprecomprimate.

Considerăm că utilizarea ca armături pretensionate a oţelurilor slab aliate sub formă de bare groase, concomitent cu dirijarea optimă a tensiunilor iniţiale (prin folosirea traseelor poligonale, inelare etc.) ar permite realizarea unor sisteme precomprimate care să ofere un grad înalt de siguranţă la exploatarea în medii agresive.

Bineînţeles, această posibilitate trebuie verificată temeinic prin încercări, după metode care să permită o verificare şi apreciere clară a comportării elementelor încercate la acţiunea mediilor agresive. Rezultă deci necesitatea unei metodologii adecvate de încercare şi stabilire a unor criterii unanim acceptate de apreciere a gradului de corodare. Din acest motiv, în cadrul filialei INCERC-Iaşi în colaborare cu catedra de beton armat de la Institutul politehnic Iaşi, au fost întreprinse încă din 1967 o serie de studii cu privire la posibilitățile de rezolvare a acestei probleme.

II. STADIUL ACTUAL AL METODELOR DE CERCETARE A COROZIUNII ELEMENTELOR DE BETON ARMAT ŞI BETON PRECOMPRIMAT

Pe plan mondial nu există încă o metodologie unitară de încercare a elementelor de beton precomprimat la coroziune şi nici criterii normative de apreciere a gradului de corodare, respectiv a siguranței elementului de beton armat sau beton precomprimat exploatat în medii corosive.

În literatura de specialitate sînt prezentate diverse sisteme de încercare la coroziune a elementelor de beton armat şi beton precomprimat, care, în principiu, constau în introducerea elementelor neîncărcate (fisurate sau nu) în bazine cu diferite soluții corosive.

Toate aceste sisteme prezintă două mari deficiențe :

a) Elementele sînt în stare neîncărcată, situație care nu corespunde proceselor reale de coroziune, în care mediile agresive acționează asupra elementelor încărcate cu sarcini de exploatare. Unele încercări de elemente încărcate nu pot fi concludente, întrucît încărcarea nu a fost menținută constantă datorită concepției simpliste a sistemului de încărcare.

b) Păstrarea elementelor timp îndelungat în soluții corosive neaerate duce la pasivarea suprafețelor de atac. Scoaterea şi reintroducerea periodică a elementelor în mediul agresiv nu se face la intervale de timp atît de mici încît încercarea să modeleze situația reală (prezența continuă a oxigenului). Sistemele de aerare continuă a soluției corosive prezentate în unele lucrări sînt costisitoare, prezentînd totodată dezavantajul unei aerări neuniforme a suprafeței elementului încercat.

III. INSTALAȚIA PENTRU ÎNCERCAREA ELEMENTELOR DE BETON ARMAT ŞI BETON PRECOMPRIMAT LA COROZIUNE

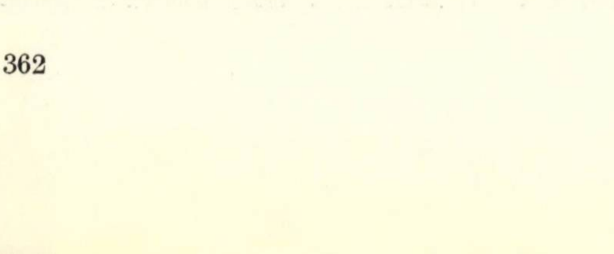
În cadrul filialei INCERC-Iaşi, în colaborare cu catedra de beton armat de la Institutul politehnic Iaşi, s-a conceput şi realizat o instalație care elimină dezavantajele arătate mai sus.

Instalația a fost concepută în aşa fel încît să permită aerarea ciclică uniformă şi controlată a probelor sub formă de grinzişoare de beton armat sau precomprimat neîncărcate sau încărcate pînă la un anumit stadiu de lucru al secțiunii de beton (zona întinsă la limita de microfisurare, la limita de apariție a fisurilor sau cu fisuri de deschidere controlată în limitele 0,05—0,30 mm).

Pentru încărcarea elementelor a fost conceput un sistem de menținere constantă a forțelor cu ajutorul unor arcuri (fig. 1) care permit încărcarea unei perechi de grinzi fixate la capete prin juguri metalice sub formă de bride. Arcurile elicoidale utilizate (de 20 tf capacitate maximă) permit menținerea practic constantă a sarcinilor aplicate inițial, întrucît valoarea mică a modulului lor de deformație permite compensarea efectului defavorabil al deformațiilor în timp ale grinzilor. Încărcarea inițială se aplică cu ajutorul a două cadre închise şi al unor cricuri hidraulice de 8—20 tf (fig. 2).

Instalația de încercare la coroziune (fig. 3) se compune din două bazine cu căptuşeală antiacidă (în care se introduc soluții corosive) prevăzute cu un sistem de imersare ciclică a perechilor de grinzi în soluție corosivă. Acest sistem (fig. 4) este format dintr-un ax metalic Ø 70 mm pe care sînt fixate două stelaje metalice cu locaşuri pentru fixarea a cîte şase perechi de grinzi, un motor electric de 8 kW şi un sistem de transmitere a mişcării de rotație de la motor la axul instalației prevăzut cu reductor de turație în trei trepte. Reductorul de turație — adaptat scopului instalației — permite o reducere a turației de la 1400 rot/min la circa 6 rot/min. Motorul poate acționa axul unui singur bazin sau axele ambelor bazine în acelaşi timp, după nevoie. Motorul, cuplajele şi reductorul de turație sînt capsulate, pentru a putea fi protejate contra vaporilor substanțelor corosive din bazin. Restul confecțiilor metalice sînt protejate contra acțiunilor corosive prin protecție cu pelicule anticorosive executate periodic.

Fig. 1



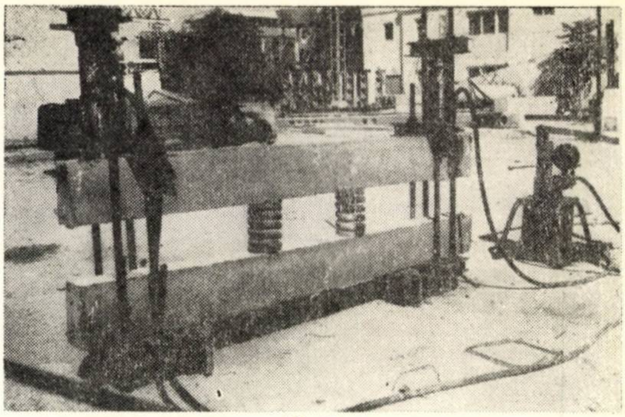


Fig. 2

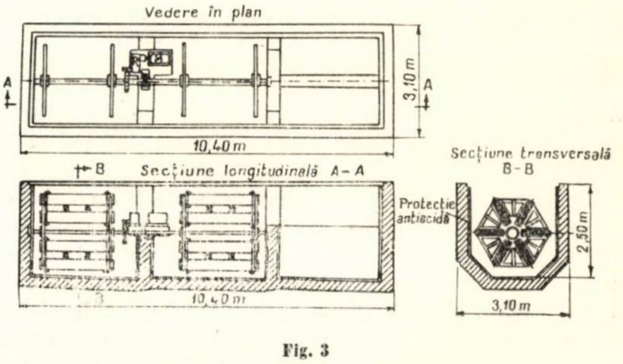


Fig. 3

Au fost executate totodată două bazine cu capacitate mai mică, pentru încercări la coroziune în medii neaerate ale probelor de oțel şi ale epruvetelor de beton armat sau precomprimat, încărcate sau nu, pentru comparație sau alte scopuri.

Instalația descrisă are următoarele avantaje :

— permite menținerea unor condiții riguros identice pentru diferite tipuri de elemente sau trepte de încărcare ;

— permite încercarea concomitentă a unor grupe de elemente-martor (beton armat) şi a unor grupe de elemente de beton armat sau beton precomprimat în diferite stări de deformație, cu sau fără fisuri ;

— oferă posibilitatea verificării şi, eventual, a corectării în timp a concentrației soluțiilor corosive fără întreruperea ciclurilor de imersare a elementelor în mediul agresiv ;

— permite încercarea concomitentă a unor serii de elemente la acțiunea a două medii diferite. Prin extinderea instalației se poate, eventual, mări numărul mediilor agresive sau diversifica concentrația acestora.

IV. METODOLOGIA DE ÎNCERCARE. TIPURI DE EPRUVETE

1. Mediile corosive prevăzute a fi utilizate în prima etapă a cercetărilor sînt în număr relativ mic în raport cu diversitatea mediilor care apar în industria chimică sau în alte industrii. Ne-am oprit asupra cîtorva medii tipice pe bază de sulf (SO_2, H_2SO_4, H_2S), clor (HCl, NaCl), NaOH, azot (HNO_3), din care, în prima fază a încercărilor, se vor utiliza

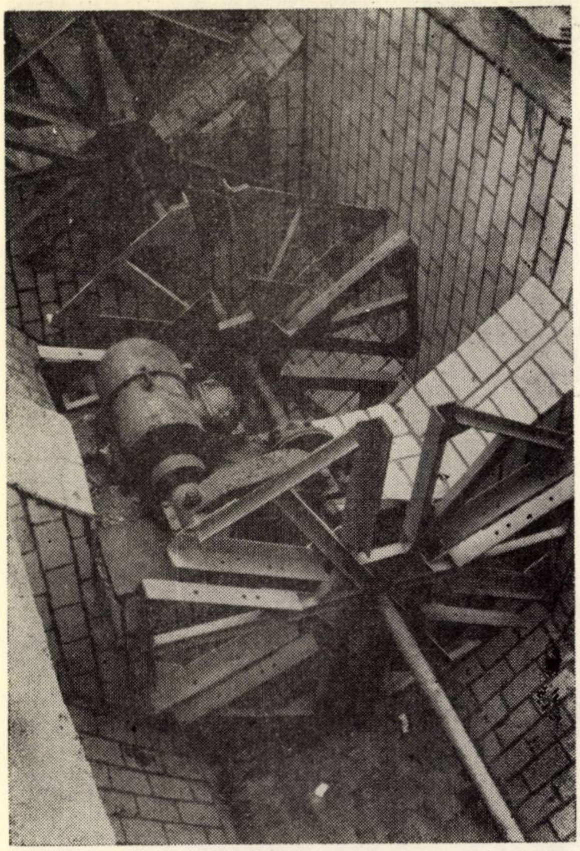


Fig. 4 *a*

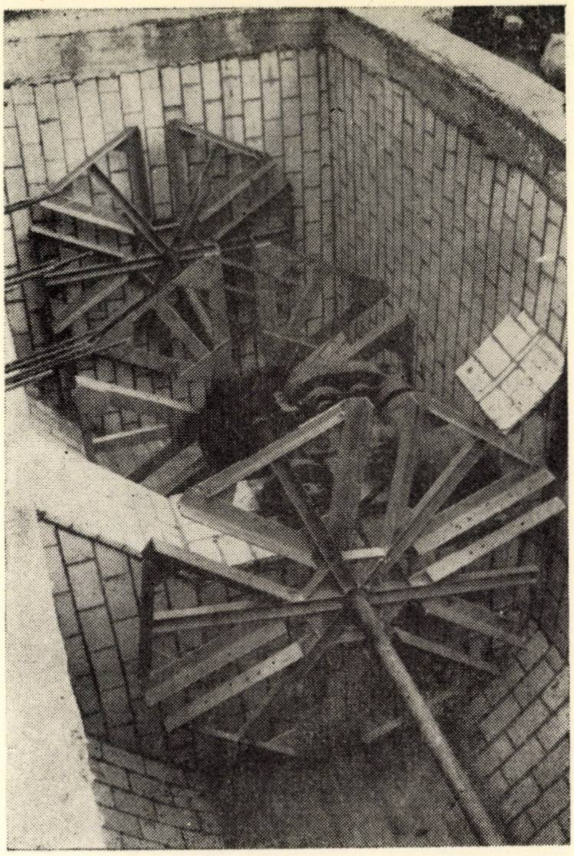


Fig. 4 *b*

Fig. 5 *a*

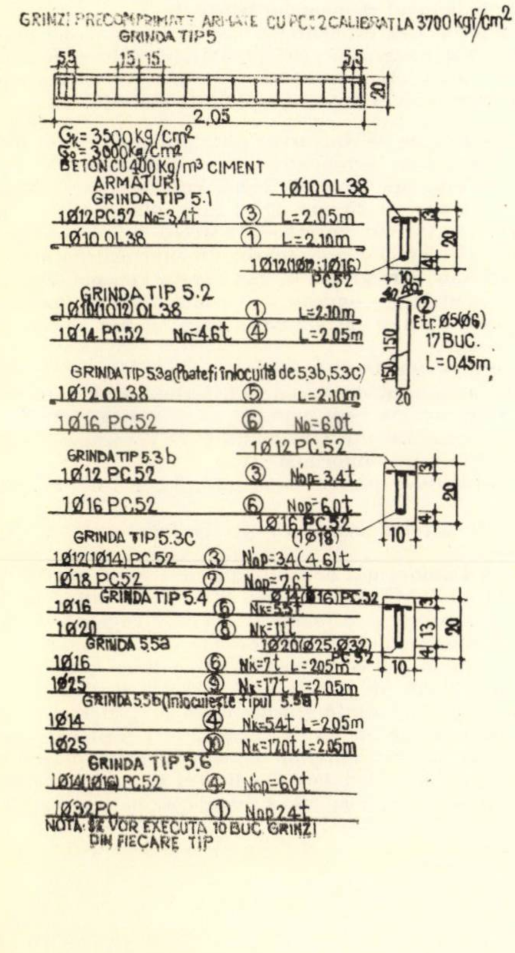
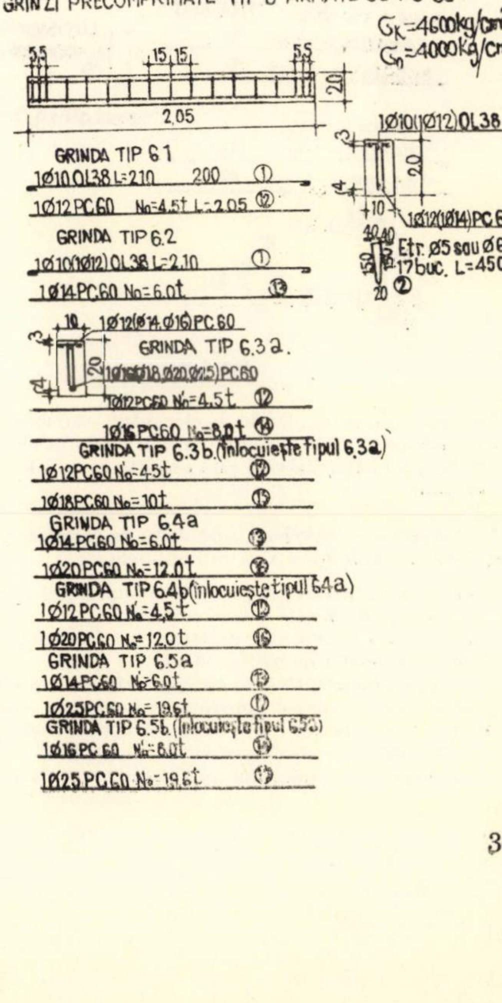

GRINZI PRECOMPRIMATE ARMATE CU PC52 CALIBRAT LA 3700 kgf/cm²
GRINDA TIP 5
5,5
15, 15
5,5
20
2,05
Gk = 3500 kg/cm²
Go = 3000 kg/cm²
BETON CU 400 Kg/m³ CIMENT
ARMATURI
GRINDA TIP 5.1
1Ø12 PC52 No=3,4t ③ L=2.05m
1Ø10 OL38 ① L=2.10m
1Ø10 OL38
1Ø12(1Ø14;1Ø16) PC52
3
20
4
10
GRINDA TIP 5.2
1Ø10(1Ø12) OL38 ① L=2.10m
1Ø14 PC52 No=4.6t ④ L=2.05m
40
② Etr. Ø5(Ø6) 17 BUC. L=0,45m
150
150
20
GRINDA TIP 5.3a (Poate fi înlocuită de 5.3b, 5.3c)
1Ø12 OL38 ⑤ L=2.10m
1Ø16 PC52 ⑥ No=6.0t
1Ø12 PC52
GRINDA TIP 5.3b
1Ø12 PC52 ③ N'op=3.4t
1Ø16 PC52 ⑥ Nop=6.0t
1Ø16 PC52 (1Ø18)
3
20
4
10
GRINDA TIP 5.3C
1Ø12(1Ø14) PC52 ③ N'op=3,4(4,6)t
1Ø18 PC52 ⑦ Nop=7,6t
GRINDA TIP 5.4
1Ø16 ⑥ Nk=5,5t
1Ø20 ⑧ Nk=11t
Ø14(Ø16) PC52
3
13
4
20
10
GRINDA 5.5a
1Ø20(Ø25, Ø32) PC52
1Ø16 ⑥ N'k=7t L=2,05m
1Ø25 ⑨ Nk=17t L=2.05m
GRINDA 5.5b (înlocuiește tipul 5.5a)
1Ø14 ④ N'k=5,4t L=2,05m
1Ø25 ⑩ Nk=17,0t L=2,05m
GRINDA TIP 5.6
1Ø14(1Ø16) PC52 ④ N'op=6,0t
1Ø32 PC ① Nop 24t
NOTA: SE VOR EXECUTA 10 BUC. GRINZI DIN FIECARE TIP

Fig. 5 *b*


GRINZI PRECOMPRIMATE TIP 6 ARMATE CU PC 60
Gk = 4600 kg/cm²
Gn = 4000 kg/cm²
5,5
15, 15
5,5
20
2,05
1Ø10(1Ø12) OL38
3
20
4
10
1Ø12(1Ø14) PC 60
40 40
150
20
Etr. Ø5 sau Ø6 17 buc. L=45cm.
②
GRINDA TIP 6.1
1Ø10 OL38 L=2.10 200 ①
1Ø12 PC60 No=4.5t L=2.05 ⑫
GRINDA TIP 6.2
1Ø10(1Ø12) OL38 L=2.10 ①
1Ø14 PC60 No=6.0t ⑬
10
1Ø12(Ø14, Ø16) PC60
3
20
4
GRINDA TIP 6.3 a.
1Ø16(Ø18, Ø20, Ø25) PC60
1Ø12 PC60 N'o=4,5t ⑫
1Ø16 PC60 No=8,0t ⑭
GRINDA TIP 6.3 b. (înlocuiește tipul 6.3a)
1Ø12 PC60 N'o=4,5t ⑫
1Ø18 PC60 No=10t ⑮
GRINDA TIP 6.4a
1Ø14 PC60 N'o=6,0t ⑬
1Ø20 PC60 No=12,0t ⑯
GRINDA TIP 6.4b (înlocuiește tipul 6.4a)
1Ø12 PC60 N'o=4,5t ⑫
1Ø20 PC60 No=12,0t ⑯
GRINDA TIP 6.5a
1Ø14 PC60 N'o=6,0t ⑬
1Ø25 PC60 No=19,6t ⑰
GRINDA TIP 6.5b. (înlocuiește tipul 6.5a)
1Ø16 PC 60 N'o=8,0t ⑭
1Ø25 PC60 No=19,6t ⑰

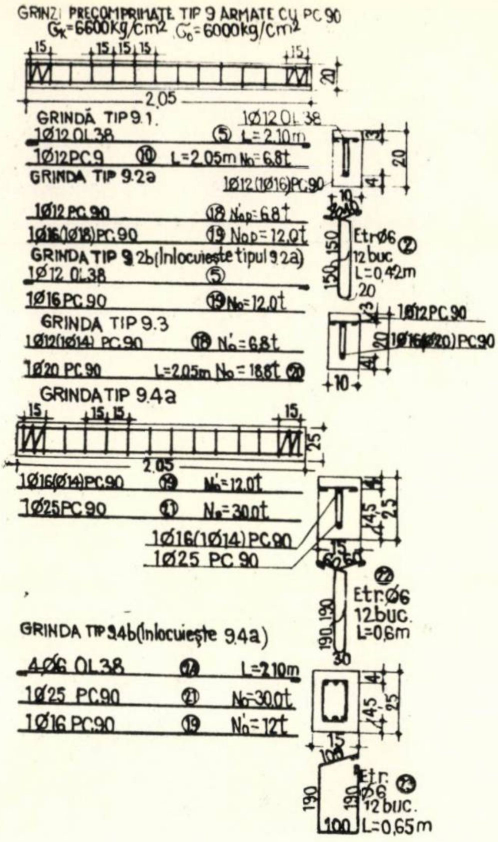

GRINZI PRECOMPRIMATE TIP 9 ARMATE CU PC 90
σk=6600kg/cm2 σ0=6000kg/cm2
15
15 15 15
15
20
2,05
GRINDĂ TIP 9.1
1Ø12 OL38
⑤ L=2,10m
1Ø12 PC9
⑩ L=2,05m N0=6,8t
1Ø12 OL38
1Ø12(1Ø16)PC90
GRINDA TIP 9.2a
1Ø12 PC90
⑱ N'0p=6,8t
1Ø16(1Ø18)PC90
⑲ N0p=12,0t
Etr Ø6 ㉒
12 buc
L=0,42m
150 150
GRINDA TIP 9.2b (înlocuieşte tipul 9.2a)
1Ø12 OL38
⑤
1Ø16 PC90
⑲ N0=12,0t
GRINDA TIP 9.3
1Ø12(1Ø14) PC90
⑱ N'0=6,8t
1Ø20 PC90
L=2,05m N0=18,8t ⑳
1Ø12 PC90
1Ø16(Ø20) PC90
10
GRINDA TIP 9.4a
15
15 15
15
25
2,05
1Ø16(Ø14)PC90
⑲ N'0=12,0t
1Ø25 PC90
㉑ N0=30,0t
1Ø16(1Ø14)PC90
1Ø25 PC 90
Etr Ø6 ㉒
12 buc
L=0,6m
190 190
GRINDA TIP 9.4b (înlocuieşte 9.4a)
4Ø6 OL38
L=2,10m
1Ø25 PC90
㉑ N0=30,0t
1Ø16 PC90
⑲ N'0=12t
Etr Ø6 ㉓
12 buc
L=0,65m
190 190
100

Fig. 5 c

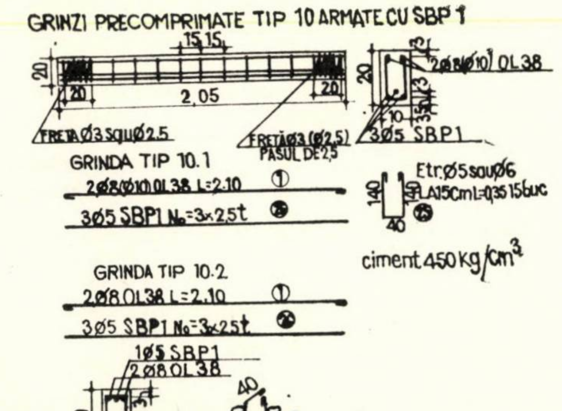

GRINZI PRECOMPRIMATE TIP 10 ARMATE CU SBP 1
15 15
20
20
2,05
20
FRETĂ Ø3 sau Ø2,5
FRETĂ Ø3 (Ø2,5) PASUL DE 2,5
2Ø8(Ø10) OL38
3Ø5 SBP1
GRINDA TIP 10.1
2Ø8(Ø10) OL38 L=2,10 ①
3Ø5 SBP1 N0=3×2,5t ㉕
Etr. Ø5 sau Ø6 LA 15cm L=0,35 15 buc
140
40
ciment 450 kg/cm3
GRINDA TIP 10.2
2Ø8 OL38 L=2,10 ①
3Ø5 SBP1 N0=3×2,5t ㉕
1Ø5 SBP1
2Ø8 OL38
2Ø5 SBP1
20
10
40
140

Fig. 5 d

numai acizii sulfuric, azotic şi clorhidric. Ca mediu martor se utilizează mediul atmosferic natural (zona în care este amplasat standul experimental este departe de zonele industriale ale oraşului).

2. Criteriile de apreciere a gradului de corodare pe care ne propunem să le folosim sînt următoarele :

— observarea periodică generală a suprafeţei epruvetelor ;

— pierderea de masă a epruvetelor ;

— curba caracteristică încărcare — deformaţie (pentru epruvete sub formă de grinzişoare) ;

— analiza comparativă a comportării elementelor-martor şi a elementelor supuse coroziunii, aprecierea stadiului de corodare efectuîndu-se pe baza următoarelor elemente :

— curba caracteristică încărcare — săgeată ;

— caracterul deformaţiilor elasto-vîscos-plastice ;

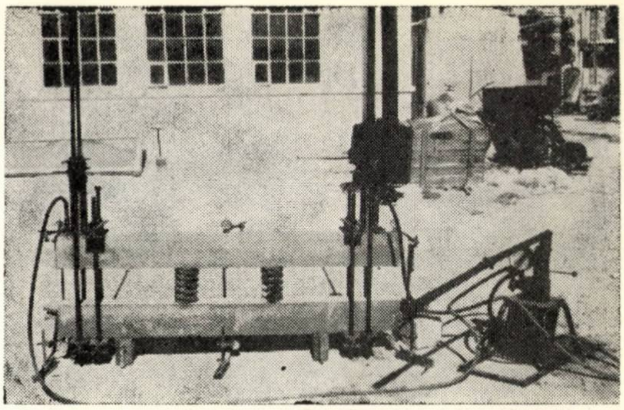


Fig. 6 a

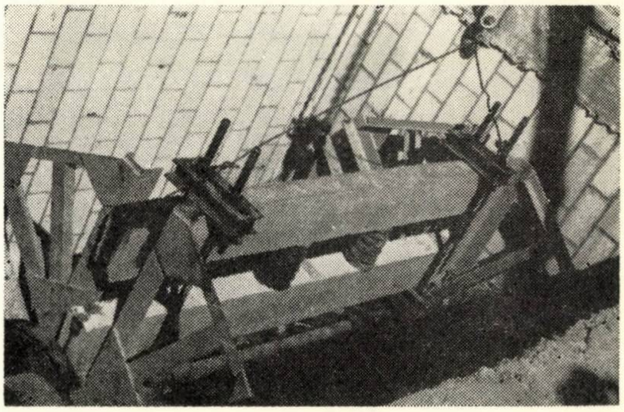


Fig. 6 b

— sarcina de fisurare a sistemului ;

— capacitatea de rezistenţă ;

— modificarea proprietăţilor fizico-mecanice ale armăturilor înglobate în betonul elementelor încercate.

Paralel cu încercarea elementelor de beton armat sau precomprimat se vor încerca în condiţii similare şi bare de oţel pretensionate sau nepretensionate, putîndu-se astfel aprecia protecţia pe care o oferă betonul în diferite condiţii.

3. Epruvetele care se încearcă sînt grinzişoare de beton armat sau beton precomprimat cu dimensiunile de 10 × 20 × 205 cm, sau 15 × 25 × 205 cm, armate cu bare Ø 16 mm, Ø 20 mm, Ø 25 mm, Ø 32 mm, din oţel PC 52, PC 60 şi PC 90. Pentru aprecierea corectă a sensibilităţii la coroziune a elementelor precomprimate cu armătură preîntinsă sub formă de bare groase se vor încerca concomitent cu acestea şi elementele precomprimate cu oţel SBP. În figura 5 sînt prezentate tipurile de epruvete care se vor utiliza şi modul de armare.

Întrucît cele două bazine construite permit încercarea concomitentă a unui lot de numai 24 de grinzişoare, în prima etapă a cercetărilor ne vom limita la studiul cîtorva factori esenţiali care pot influenţa sensibilitatea la coroziune a elementelor de beton precomprimat :

— tipul armăturilor pretensionate (PC 52, PC 60, PC 90, SBP) ;

— diametrul barelor armăturii pretensionate (Ø 16, 20, 25, 32 mm) ;

— starea de tensiuni din betonul care protejează armătura pretensionată (efort de compresiune, efort zero, întindere la limita de microfisurare şi la limita de fisurare, respectiv fisuri formate cu deschiderea controlată de 0,05—0,30 mm) ;

— tipul mediului corosiv (mediul atmosferic natural ca martor, medii diluate de acid sulfuric, azotic şi clorhidric).

În figura 6 sînt prezentate aspecte de la pregătirea pentru încercare a unor perechi de grinzi (încărcarea grinzilor cu ajutorul sistemului descris anterior, cu înregistrarea precisă a deformaţiilor grinzilor şi a forţei aplicate) şi montarea unor perechi de grinzi pe axul mobil al instalaţiei de încercare la coroziune.

V. CONCLUZII

Instalaţia pentru încercarea la coroziune a elementelor de beton armat şi beton precomprimat, realizată în cadrul filialei INCERC-Iaşi în colaborare cu catedra de beton armat, are următoarele avantaje :

— întruneşte condiţiile necesare unei încercări care modelează cu suficientă fidelitate fenomenul real de coroziune în diferite medii industriale, întrucît asigură aerarea continuă, periodică a suprafeţelor atacate ;

— permite studierea influenţei factorului încărcare (respectiv starea de tensiuni din betonul care protejează armătura) asupra gradului de corodare ;

— permite încercarea concomitentă în condiţii de mediu agresiv riguros similare a unor elemente de beton armat şi beton precomprimat în diferite stadii de încărcare ;

— permite încercarea la coroziune a elementelor, utilizînd o cantitate relativ redusă de mediu corosiv (nivelul lichidului în bazin se menţine sub cota axului care susţine stelajele cu elemente experimentale).

Contribuţii la stabilirea unei metode de determinare a rezistenţelor la coroziune ale cimenturilor în apa de mare

k!

Chim. **D. Teodorescu**, ing. **D. Moraru**, ing. **Florica Taflan**
INCERC

ing. **Al. Romanescu**, ing. **Virginia Celea**
IPCMC

Pentru studierea comportării betoanelor în mediu marin, literatura de specialitate indică o serie de metode rapide de determinare a rezistenţei cimenturilor faţă de agresiunea sulfatică, fără a se ţine seamă şi de ceilalţi factori care concură la degradarea pastei de ciment, cum ar fi ionii de magneziu (agresiune magneziană) şi ionii de clor (agresiune de dublu schimb).

În cele ce urmează vom prezenta succint cîteva din aceste metode cunoscute şi utilizate de noi în prezentul studiu, precum şi unele îmbunătăţiri aduse acestor metode pentru a permite măsurarea acţiunii agresive complexe a apei de mare (sulfatică, magneziană etc.) şi nu numai a celei sulfatice.

Metoda Bogue-Taylor de determinare a reacţiei sulfatice a cimenturilor fără adaosuri constă în stabilirea cantităţii de anhidridă sulfurică fixată de ciment sub forma unui compus insolubil, după tratarea acestuia cu apă de var saturată. Această cantitate se calculează ca diferenţă între conţinutul iniţial de anhidridă sulfurică din ciment şi cel găsit în apa de var după reacţie.

Metoda TGL stabileşte sensibilitatea cimenturilor faţă de agresiunea sulfatică prin măsurarea variaţiei de lungime a unor epruvete de 4 × 4 × 16 cm confecţionate din cimentul de cercetat amestecat cu ghips şi păstrate în soluţie saturată de $CaSO_4$.

Metoda americană ASTM C 456—64 se bazează pe acelaşi principiu de măsurare a variaţiei de lungime a epruvetelor confecţionate din mortar de ciment şi ghips. Dimensiunile epruvetelor sînt de 2,54 × 2,54 × 28,57 cm şi se păstrează timp îndelungat în apă potabilă.

În cazul ultimelor două metode se măsoară periodic variaţia de lungime (exprimată în mm/m) a epruvetelor păstrate în condiţiile menţionate mai sus, stabilindu-se curba acestei variaţii în timp. Epruvetele se confecţionează dintr-un amestec de ciment şi ghips în astfel de proporţii încît conţinutul total de SO_3 în amestec să fie de cca 7%.

Este de remarcat că prin toate aceste metode se urmăreşte comportarea cimenturilor în medii care conţin ioni SO_4^{2-}.

Se ştie însă că procesul de degradare a construcţiilor în apa de mare se datoreşte acţiunii combinate a mai multor factori, dintre care : ionii SO_4^{2-}, ionii de magneziu, ionii de clor, îngheţ-dezgheţ, atac biologic etc. Atacul chimic simultan, asupra betoanelor, al soluţiilor conţinînd ioni agresivi din apa de mare este mai puţin periculos decît dacă aceşti agenţi ar acţiona fiecare separat.

În scopul reproducerii cît mai aproape de realitate a fenomenelor de coroziune a cimenturilor, provocate de acţiunea chimică simultană a agenţilor menţionaţi, s-a recurs la o modificare a metodelor amintite mai sus, utilizîndu-se apa de mare drept agent de reacţie pentru ciment şi respectiv epruvetele de ciment şi ghips.

Cercetările au fost efectuate pe cimenturi industriale a căror compoziţie chimică şi mineralo-

Tabela 1

Compoziția chimică și mineralogică a cimenturilor speciale

Nr. crt.	Cimentul	Fabrica	Analiza chimică a clincherului									Ca liber	Compoziția mineralogică a clincherului (INCERC)						Compoziția mineralogică a clincherului (IPCMC)			
			PC	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	alc.	ins.		C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	MSi	MAl	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
1	HRS	Brașov	0,49	23,62	4,42	4,62	64,98	0,79	0,50	—	0,15	0,33	47,22	32,19	3,91	14,04	2,613	0,957	47	32	4	14
2	F 300	Fieni	0,70	20,38	7,06	3,47	65,34	2,01	urme	—	0,15	1,01	58,64	14,28	12,85	10,55	1,935	2,035	54	17	13	10
3	PZ 400	Fieni	1,61	20,03	7,22	4,33	64,86	1,30	0,56	—	0,18	0,71	57,44	14,23	11,98	12,86	1,751	1,707	54	17	12	13
4	MP	Cernavoda	0,77	22,84	5,34	4,26	63,98	1,60	—	0,55	0,36	0,28	44,84	31,74	6,95	12,95	2,379	1,254	49	32	7	13
5	RF	Cernavoda	1,67	24,61	3,93	6,43	60,23	1,28	0,24	0,61	0,77	0,26							22	54	0,49*	19**

*C_2F.
**$C_4AF + C_2F$.

Tabela 2

Caracteristici fizico-mecanice ale cimenturilor speciale

Nr. crt.	Cimentul	Rez. sita 4950 ochiuri pe cm² (%)	Supr. spec. Blaine cm²/g	Apă de consist. norm. %	Priza		Căldura de hidratare		Constanța de volum		Rezistențe mecanice (kgf/cm²)										Reziduuri pe sita de:			Supr. spec. Blaine (cm²/g)
											Tracțiune					Compresiune								
					începe după (ore)	sirș. după (ore)	3 zile (cal/g)	7 zile (cal/g)	turte	inele	1 zi	3 zile	7 zile	28 zile	90 zile	1 zi	3 zile	7 zile	28 zile	90 zile	900 och/cm² (%)	4900 och/cm² (%)	10000 och/cm² (%)	
1	HRS	5,4	2602	30,0	1,15	5,00	51,74	63,65	bună	2	11,5	15,7	21,5	34,7		104	181	256	415		0,2	6,2	15,0	3867
2	F 300	16,3	2139	29,3	2,00	5,30	49,61	60,66	,,	4	8,3	12,7	19,7	29,4		65	119	183	347		1,4	16,0	19,0	2809
3	PZ 400	9,6	2598	23,7	2,30	4,00	68,87	84,17	,,	1	21,0	29,1	29,7	33,6	37,1	207	304	360	458	523	0,4	10,4	21,4	3300
4	MP	6,5	2366	24,0	3,00	3,45	61,77	76,03	,,	0–3	16,0	21,2	28,1	33,2		160	236	337	432		0,2	7,4	17,8	3220
5	RF	9,3	1682**	22,7	4,30	5,30	33,20	41,82	,,	8	6,2	11,6	15,0	24,8		48	71	112	226		0,2	1,6	24,0	2136

**1779╲
1585╱1682

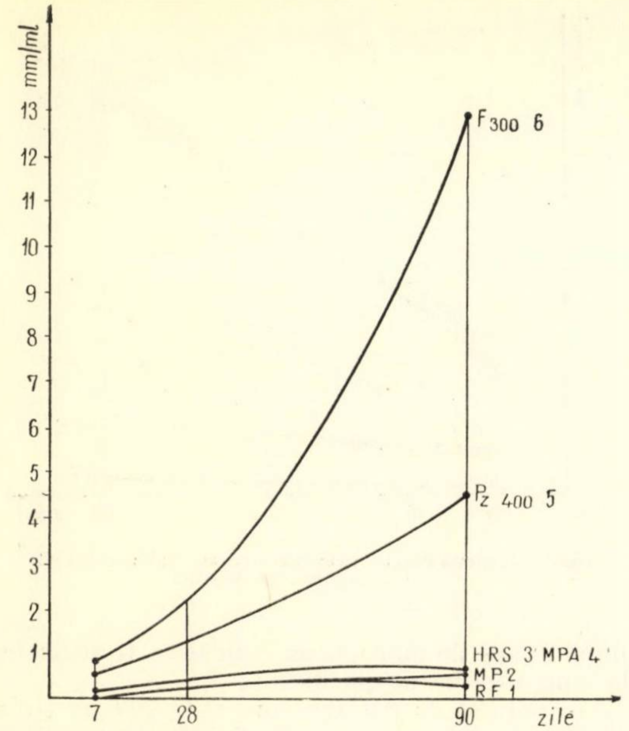


Fig. 1 – Diagrama alungirii epruvetelor incercate după metoda TGL

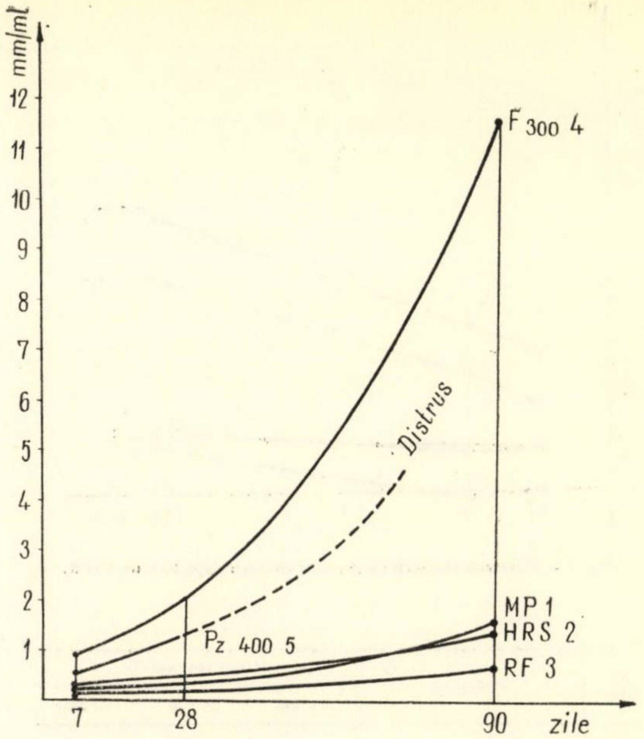


Fig. 2 – Diagrama alungirii epruvetelor incercate după metoda TGL modificată

gică, precum și caracteristicile fizico-mecanice, sînt date în tabelele 1 și 2.

În cazul aplicării metodei Bogue-Taylor și a variantei acesteia modificate, valoarea reacției sulfatice (RS) este dată în tabela 3, din care se constată următoarele :

Tabela 3

Valoarea reacției sulfatice (RS) după metoda Bogue-Taylor

Nr. crt.	Cimentul	RS metoda cunoscută	RS metoda modificată
1.	MP Cernavoda	52	14
2.	RF Cernavoda	47	24

— După clasificarea Bogue, care apreciază că cimenturile avînd valoarea sulfatică sub 50 sînt rezistente la agresivitatea sulfatică, rezultă că cimentul RF este rezistent la această agresivitate și în consecință și la cea marină. Cimentul MP, fiind apropiat de valoarea limită, poate fi totuși utilizat în medii cu agresivitate sulfatică.

— În ceea ce privește metoda modificată, valorile obținute nu dau rezultate concludente, și, întrucît nu dispunem de date suficiente pentru a stabili o altă valoare limită a RS corespunzătoare agresivității simultane a agenților corosivi din apa de mare, nu putem face aprecieri asupra valorilor obținute.

Rezultatele obținute în cazul aplicării metodei TGL și a variantei acesteia modificate sînt prezentate în diagramele din figurile 1 și 2.

Rezultatele obținute în cazul aplicării metodei ASTM și a variantei acesteia modificate sînt reprezentate în diagramele din figurile 3 și 4.

Nr. crt.	Cimentul	Alungirea mm/m		
		7 zile	28 zile	90 zile
1	RF Cernavoda	0,06	0,19	0,31
2	MP Cernavoda	0,06	0,19	0,44
3	HRS Brașov	0,13	0,31	0,56
4	MPA Cernavoda	0,13	0,31	0,50
5	PZ 400 Fieni	0,38	0,93	3,06
6	F 300 Fieni	0,50	1,56	8,62

Nr. crt.	Cimentul	Alungirea mm/m		
		7 zile	28 zile	90 zile
1	MP Cernavoda	0,19	0,31	1,62
2	HRS Brașov	0,27	0,44	1,37
3	RF Cernavoda	0,16	0,25	0,69
4	F 300 Fieni	0,93	2,00	11,56
5	PZ 400 Fieni	0,52	1,31	distrus

Analizînd rezultatele obținute prin metodele TGL și ASTM, reiese că prin variantele modificate se obține o diferențiere mult mai evidentă a comportării cimenturilor în medii agresive, în comparație cu metodele cunoscute nemodificate.

Nr. crt.	Cimentul	Alungirea mm/m		
		14 zile	28 zile	90 zile
1	MP Cernavoda	0,417	0,402	0,704
2	HRS Brașov	0,406	0,472	0,600
3	RF Cernavoda	0,035	0,029	0,052
4	F 300 Fieni	1,330	1,671	2,782
5	PZ 400 Fieni	0,880	1,182	2,129

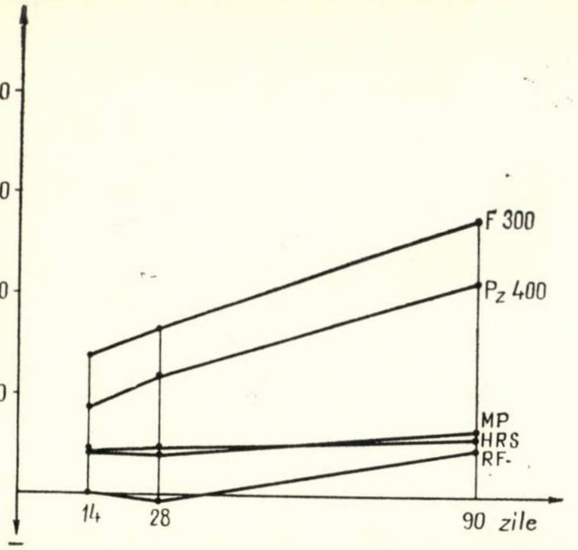


Fig. 3 – Diagrama alungirii epruvetelor încercate după metoda ASTM

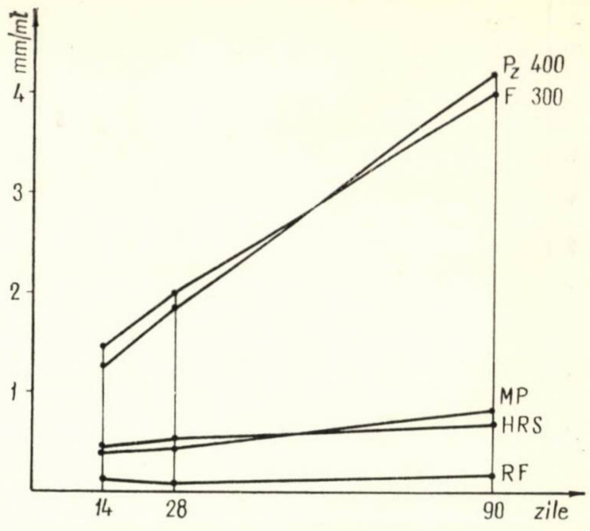


Fig. 4 – Diagrama alungirii epruvetelor încercate după metoda ASTM modificată (apă de mare)

Nr. crt.	Cimentul	Alungirea mm/m		
		14 zile	28 zile	90 zile
1	MP Cernavoda	0,402	0,442	0,840
2	HRS Brașov	0,466	0,530	0,712
3	RF Cernavoda	0,140	0,085	0,210
4	F 300 Fieni	1,452	2,049	4,025
5	PZ 400 Fieni	1,255	1,846	4,241

Referitor la comportarea cimenturilor cercetate în apa de mare se pot trage următoarele concluzii :

— cimenturile cu conținut scăzut în C_3A, cum sînt cimenturile MP, HRS și în special RF de tip Ferrari, prezintă o rezistență chimică bună în apa de mare, fiind indicate a fi utilizate la construcțiile de pe litoral;

— *cimentul de tip Portland PZ 400 și cele cu adaos de zgură, cum este F 300, nu prezintă o rezistență chimică suficientă în apa de mare.*

Variantele modificate ale metodelor TGL și ASTM menționate în prezenta lucrare, dovedind o sensibilitate mai mare la determinarea comportării cimenturilor în apa de mare, pot deveni metode rapide pentru stabilirea rezistenței cimenturilor în acest mediu.

Colectivul de autori își propune să completeze aceste cercetări, studiind influența efectelor combinate : chimic, îngheț-dezgheț și biologic, în scopul stabilirii unei scări de durabilitate a cimenturilor în condițiile mediului marin.

Comportarea unor sisteme de vopsire pe bază de rășini sintetice în microclimatul maritim al țării noastre

K2

Ing. **G. Cosma**, chim. **S. Minea**, ing. **M. Sorin**

ICPE

Cu toate proprietățile sale valoroase, oțelul — unul din materialele de bază ale industriei moderne — are dezavantajul că este foarte susceptibil la influențele corosive ale mediului înconjurător.

Pentru a asigura o durată de viață cît mai îndelungată produselor realizate din oțel, adică pentru a menține valorile investite în ele pe o perioadă de timp justificată din punct de vedere economic, ne stă la dispoziție o gamă întreagă de procedee de protecție, dintre care vopsirea reprezintă procedeul cel mai răspîndit.

Avînd în vedere sortimentul destul de larg de materiale de vopsire existente, ca și continua lui dezvoltare, precum și faptul că fiecare sort de vopsea are rezistențe diferite în diverse medii de exploatare, pentru a utiliza judicios un material de vopsire este necesar să i se verifice rezistența în numeroase condiții.

În acest scop există și se perfecționează continuu o serie de metode de laborator, precum și metoda expunerii în condiții naturale de exploatare, respectiv climatul natural în cazul produselor utilizate în atmosferă.

Încercările de laborator — așa-numitele încercări accelerate — care caută să imite solicitările pe care peliculele de vopsea le suferă în natură (variații de temperatură, umiditate

Tabela 1

Sisteme de vopsire studiate

Nr. crt. al sistemului	Liantul de bază	Sistemul de vopsire						Mod de uscare
		Grund	Nr. de straturi	Vopsea intermediară	Nr. de straturi	Email	Nr. de straturi	
1	Romalchid	G 355—4	1	V 105—3	1	E 105—24	3	24 ore la 20°C
2	,,	,,	1	,,	1	E 105—12	3	,,
3	,,	,,	1	,,	1	E 105—3	3	,,
4	,,	,,	1	,,	1	E 105—22	3	,,
5	Alchidal modificat	—	—	V 105—400	1	E 105—400	3	2 ore la 20°C
6	,,	—	—	V 105—300	1	E 105—300	3	,,
7	Vinilic	G 424—40	2	—	—	E 534—40	3	,,
8	Perclorvinilic	—	—	—	—	E 104—71	4	,,
9	Clorcauciuc	G 109—1	1	—	—	G 529—1	2	2—3 ore la 20°C
10	Acrilic	—	—	V 104—200 R1	—	E 104—200	3	1 oră la 20°C
11	Nitroacrilic	—	—	—	—	E 102—400	4	30 min. la 20°C
12	Epoxiaminic	G 736—50	1	—	—	E 826—50	2	24 ore la 20°C
13	,,	,,	1	—	—	E 526—50	2	,,
14	Epoxipoliamidic	G 736—90	1	—	—	E 826—90	3	,,
15	Poliuretanic	G 736—300	1	—	—	E 106—303	2	10—15 ore la 20°C
16	Alchidomelaminic	Grund acvasolubil	1	—	—	Email duplex	2	20—30 min. la 150—160°C
17	,,	G 105—200	1	V 105—200	1	E 105—200	2	30 min. la 120°C
18	Acrilic cuptor	G 837—500	1	—	—	E 104—300	2	20 min. la 160°C

ridicată, radiaţii solare) sînt azi de mare ajutor în trierea materialelor de vopsire şi în compararea lor.

Totuşi, în faza actuală, ele nu pot elimina expunerile în climat natural, care rămîn esenţiale pentru aprecierea acoperirilor prin vopsire [1, 2].

Expunerile în climat natural au însă dezavantajul că durează mult, astfel că o privire de ansamblu asupra comportării unor materiale de vopsire se poate obţine numai după mai mulţi ani.

În lucrarea de faţă se arată comportarea în microclimatul maritim al ţării noastre a cîtorva sisteme de vopsire, unele elaborate de LCCLC, iar altele din producţia curentă a fabricii Color.

În atmosfera climatelor marine se găsesc aerosoli salini cu diametrul de cca 0,01 mm, formaţi din nuclee de microcristale de săruri (în special clorură de sodiu) şi micropicături de apă. Ei se formează prin evaporarea picăturilor de apă de mare care se răspîndesc în aer prin spargerea valurilor şi sînt transportaţi pe uscat de curenţii de pe coastă. Proporţia diverselor săruri din atmosfera marină este aproximativ egală cu proporţia lor în apa de mare (77,8% clorură de sodiu şi 10,9% clorură de magneziu) [3].

După unii autori [4], distanţa pînă la care materialele şi produsele pot suferi din cauza acţiunii clorurilor din atmosferă este de 40—50 km de coastă. Această distanţă depinde însă de intensitatea şi direcţia vînturilor, de relieful regiunii, de cantitatea de precipitaţii, de altitudine.

În cazul nostru, expunerile s-au efectuat în staţia ICPE de la Agigea, situată pe litoralul Mării Negre, la o distanţă de 115 m de litoral. În această staţie, regimul de temperatură este cel al climatului temperat, fiind caracteristice variaţiile de temperatură de la zi la noapte, variaţii care ating valori maxime vara.

Variaţia medie lunară a umidităţii relative a aerului pe perioada 1965—1968 este redată în figura 1.

În lunile mai-august, valoarea radiaţiei totale depăşeşte 500 cal/cm²/24 h. Intensitatea radiaţiei solare globale maxime este cuprinsă între 44 cal/cm² min vara şi 1,1 cal/cm² min iarna.

Fig. 1 – Variaţia lunară a umidităţii relative medii a aerului

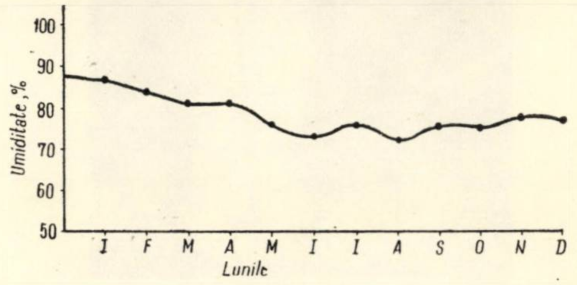


Tabela 2

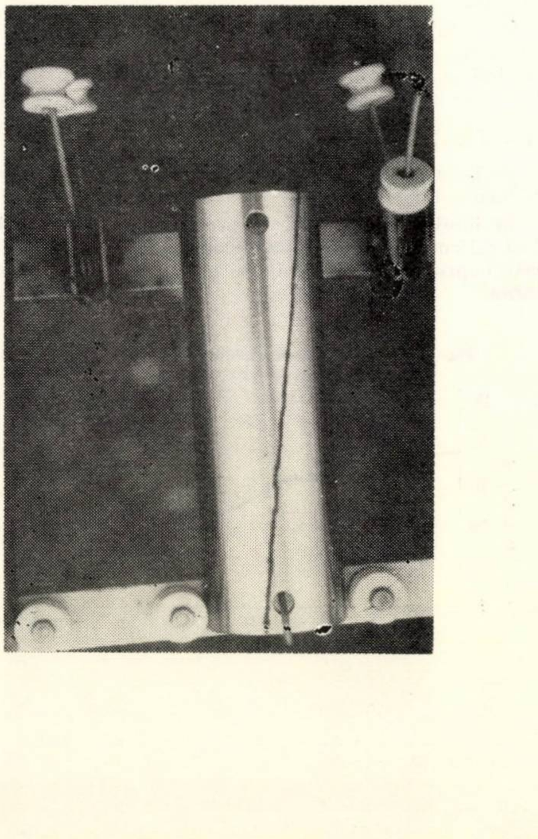
Caracteristicile inițiale ale sistemelor studiate

Nr. crt. al sistemului conf. tabelei 1	Grosimea stratului (μm)	Aderență	Aspect inițial	Porozitate (nr. pori/dm^2)
1	90	foarte bună	lucios	nu apar pori
2	102	,, ,,	,,	,, ,, ,,
3	100	,, ,,	,,	,, ,, ,,
4	95	,, ,,	,,	,, ,, ,,
5	115	,, ,,	,,	,, ,, ,,
6	90	,, ,,	,,	,, ,, ,,
7	90	,, ,,	mat	,, ,, ,,
8	55	necorespunzătoare	semilucios	,, ,, ,,
9	95	,, ,,	,,	,, ,, ,,
10	90	parțial corespunzătoare	,,	,, ,, ,,
11	90	bună	,,	,, ,, ,,
12	95	,,	lucios	,, ,, ,,
13	95	,,	,,	,, ,, ,,
14	80	,,	,,	,, ,, ,,
15	75	foarte bună	foarte lucios	,, ,, ,,
16	70	,, ,,	,, ,,	,, ,, ,,
17	100	bună	,, ,,	,, ,, ,,
18	110	,,	,, ,,	,, ,, ,,

În ceea ce privește salinitatea atmosferei, determinările efectuate pe teritoriul stației prin metoda cu captor metalic au dus la valori cuprinse între 9–30 mg clor/m^2 zi, salinitatea fiind mai redusă vara.

Valoarea relativ mică a salinității în stație se explică prin salinitatea redusă a Mării Negre (1,3–1,4%), care este de două ori mai scăzută decît salinitatea tuturor mărilor și oceanelor globului [5]. De asemenea, pe litoralul românesc, frecvența vînturilor dinspre mare este redusă (cca 33%), iar ca intensitate sînt vînturi moderate (viteze de 3,4–5,4 m/s), producînd valuri de 0,61–0,91 m, la care cantitatea de aerosoli e scăzută.

Fig. 2 – Sistemul de prindere a epruvetelor pe stative cu izolatori ceramici



Pe de altă parte, stația de expunere este situată la o înălțime de 8–10 m față de mare. Această înălțime împiedică o mare parte din picăturile de apă de mare rezultate din spargerea valurilor să pătrundă în adîncime pe uscat. În plus, în sezonul cald predomină vînturile din sectorul nordic, unde apa de mare are o salinitate mai redusă datorită prezenței gurilor Dunării; aceste vînturi sînt mai puțin intense decît în sezonul rece, astfel că salinitatea atmosferei este mai redusă în sezonul cald.

Avînd în vedere cele arătate de literatura de specialitate privitor la anotimpul în care se recomandă să se facă expunerile [1, 6], și anume faptul că la acoperirile expuse primăvara deteriorările peliculelor sînt accelerate față de expunerile făcute vara sau chiar toamna (care se situează din punctul de vedere al accelerării degradărilor între expunerile de primăvară și cele de vară), expunerile în microclimatul maritim al țării noastre s-au făcut în cursul lunii mai. Epruvetele au fost așezate pe stative cu fața spre sud, astfel încît să formeze cu orizontala un unghi de 45°.

Această așezare este cea mai indicată datorită faptului că, pentru latitudinea noastră, aceasta este poziția în care acțiunea radiațiilor solare este maximă, ele căzînd perpendicular pe suprafața epruvetelor.

Epruvetele au fost fixate pe stative cu ajutorul unor cleme cu arc, izolate cu porțelan la locul de contact cu epruvetele (fig. 2).

Sistemele de vopsire studiate au cuprins o varietate mare de lianți pe bază de rășini sintetice, în special cele recomandate de literatura de specialitate ca fiind adecvate utilizării în condiții grele de exploatare: poliuretanice, epoxipoliamidice, vinilice, acrilice, alchidice etc. [7, 8].

Pentru efectuarea lucrărilor s-au confecționat epruvete cu dimensiunile de 140 × 140 × 1 mm pregătite prin sablare și grunduire cu grund reactiv. Pregătirea suprafeței a fost aceeași pentru toate sistemele de vopsire folosite, astfel ca la diferențierea comportării acestora să intervină numai natura sistemului de vopsire. Tabela 1 cuprinde sistemele de vopsire folosite, simbolul materialelor utilizate și modul de uscare a acestora.

După cum se vede din tabelă, majoritatea sistemelor de vopsire folosite sînt sisteme cu uscare la aer, iar unele dintre ele (alchidice modificate cu monomeri vinilici, acrilice, nitroacrilice, perclorvinilice, vinilice) prezintă și avantajul unor uscări rapide față de sistemele de vopsire cunoscute mai de mult și introduse în practică.

Sistemele poliuretanice, epoxipoliamidice și epoxiamidice sînt sisteme de vopsire cu doi componenți. La aceste sisteme se face un amestec al componenților în anumite proporții (care variază atît la grunduri, cît și la emailuri). Amestecul necesită 1 oră și 30 min pentru prereacție în cazul materialelor poliuretanice și 30 min în cazul celor epoxipoliamidice și epoxiamidice și trebuie aplicat în decurs de 12 ore. Fiind vorba, în aceste cazuri, de reacții chimice care au loc la formarea peliculei de vopsea (la sistemele poliuretanice între un poliizocianat și un poliester sau altă componentă polihidroxilică, iar la cele epoxiamidice și aminice între grupe epoxidice și poliamide și respectiv amine), proporția între componenți (material de vopsire/soluție de întărire), precum și timpul de reacție trebuie respectate exact.

Caracteristicile determinate inițial la epruvetele vopsite sînt cuprinse în tabela 2.

Paralel cu expunerea în microclimat maritim, epruvetele vopsite au fost încercate și la acțiunea stropirii saline în laborator. S-a ales această încercare din cauză că agentul agresiv care acționează este format din cloruri, ca și în condițiile microclimatului maritim. Totuși, lipsa radiațiilor solare dă acestei încercări caracterul unei încercări de coroziune. Metoda constă în stropirea periodică a epruvetelor cu o soluție de apă de mare artificială și menținerea lor într-un spațiu închis în intervalul dintre stropiri.

REZULTATELE OBȚINUTE

Rezultatele observațiilor la expunerea în microclimatul maritim se pot urmări în tabela 3, iar ale celor de la încercarea la acțiunea stropirii saline, în diagrama din figura 3.

Comportarea sistemelor studiate la expunerea în microclimat maritim

Nr. crt. al sistemului conf. tabelei 1	Modificarea suprafeţei după : (luni)				
	1	3	12	24	30
1	—	—	Cretare medie		Cretare puternică
2	—	—	„ „		„ „
3	—	—	„ „		Cretare puternică + încreţire + fisuri
4	—	—	„ „		Cretare puternică
5	—	—	Cretare medie + încreţire	Cretare puternică, fisuri 10%	
6	—	—	Cretare medie + încreţire	Cretare puternică + încreţire	
7	—	—	Cretare uşoară		
8	—	—	Cretare uşoară	Cretare medie	Cretare puternică
9	—	—	Decolorare + cretare medie		
10	—	—	—	Cretare medie	Cretare puternică
11	—	—	Cretare medie	Cretare puternică + k mg	
12	—	Cretare puternică			Cretare puternică
13	—	Cretare puternică			„ „
14	—	—	Cretare medie	Cretare puternică	
15	—	—	Cretare uşoară	Cretare medie	Cretare puternică
16	—	—	—	—	—
17	—	—	—	Cretare puternică	
18	—	—	—	—	—

În ceea ce priveşte fenomenele de degradare, la încercarea de laborator se observă apariţia băşicării peliculei şi coroziunea metalului de bază. Spre deosebire de această încercare, în climatul natural degradările sînt mai complexe. Aici apar fenomene de pierderea luciului, decolorare, cretare şi fisurare a acoperirii, precum şi coroziunea metalului de bază. Aceste fenomene au fost apreciate conform ASTM (D 659—44, D 660—44, D 610—43) prin comparaţie cu etaloanele fotografice.

Apariţia degradărilor mai complexe în climatul natural se explică prin complexitatea factorilor distructivi care acţionează asupra peliculei. Astfel, pe cînd în microclimatul natural se îmbină acţiunea temperaturii, umidităţii, radiaţiilor solare şi aerosolilor salini, la încercarea de laborator nu acţionează decît umiditatea relativă ridicată a mediului de încercare şi conţinutul mare în cloruri.

Pentru aprecierea comparativă a sistemelor de vopsire s-au considerat bune pentru condiţii grele de exploatare sistemele care după o perioadă de încercare de 3 luni la acţiunea stropirii saline nu prezintă nici o degradare sau degradări ale suprafeţei într-o proporţie mai scăzută de 5%. Astfel, sistemele vinilic, epoxiamidic şi epoxipoliamidic, poliuretanic şi alchidomelaminic (7, 12, 13, 14, 15 şi 16 din tabela 1) nu prezintă în acest interval nici o degradare a suprafeţei. Sistemul acrilic cu uscare la aer şi cuptor, precum şi cel alchidomelaminic (10, 18 şi 16 din tabela 1) se prezintă de asemenea corespunzător la această încercare.

Menţionăm că pentru aprecierea în laborator a calităţii sistemelor de vopsire se efectuează totdeauna mai multe încercări pentru ca rezultatele să prezinte mai multă siguranţă.

Din observarea comportării sistemelor de vopsire la expunerea în microclimatul natural maritim la staţia Agigea, după 2 ani de expunere, se pot trage următoarele concluzii :

1. Sistemele alchidice încercate (1, 2, 3, 4 din tabela 1) prezintă o pierdere a luciului şi cretarea acoperirii, care apare după circa un an de expunere.

Sistemul 3 cu email E 105—3 prezintă o comportare mai slabă, apărînd încreţirea şi fisurarea acoperirii.

2. Sistemele alchidice modificate cu monomeri vinilici (5 şi 6 din tabela 1) prezintă o comportare mai slabă ca cele alchidice, apărînd încreţirea şi fisurarea acoperirii, alături de cretare, după primul an de expunere.

3. Sistemele perclorvinilic, clorcauciuc şi nitroacrilic cretează după primul an de expunere, iar după 2 ani apar şi puncte de coroziune a metalului de bază la sistemele perclorvinilic şi nitroacrilic.

4. Sistemele epoxidice întărite cu amine şi poliamide (12, 13, 14 din tabela 1) cretează după primele 3 luni de expunere şi se decolorează puternic faţă de nuanţa iniţială.

Se remarcă faptul că sistemul epoxipoliamidic îşi menţine luciul sub stratul cretat.

5. Sistemul poliuretanic (15 din tabela 1) şi vinilic (7 din tabela 1) prezintă numai o uşoară cretare după 2 ani de expunere, iar sistemul poliuretanic îşi menţine luciul sub stratul cretat.

6. Sistemul acrilic cu uscare la aer (10 din tabela 1) nu cretează după un an de expunere, acest fenomen apărînd numai după 2 ani.

Sistemul acrilic cu uscare la cuptor (18 din tabela 1) nu cretează nici după 2 ani de expunere, menţinîndu-şi luciul iniţial.

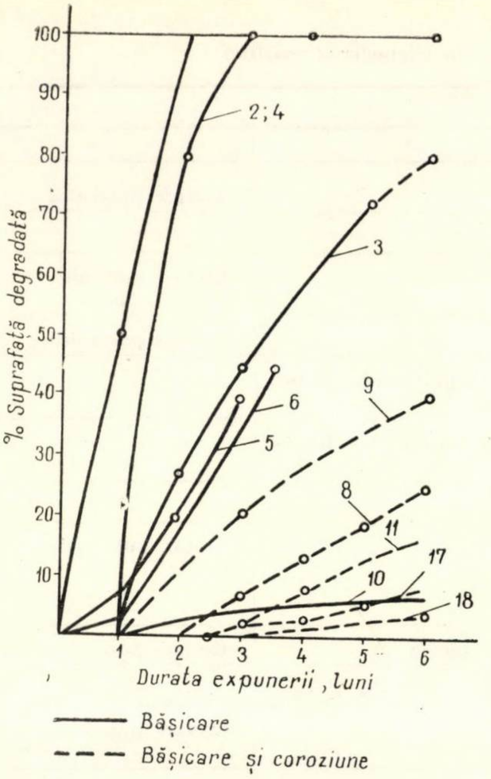


Fig. 3 – Comportarea sistemelor studiate la încercarea la stropire salină. Notaţia curbelor corespunde tabelei 1

7. Sistemul alchidomelaminic (17 din tabela 1) cretează după 2 ani de expunere; sistemul alchidomelaminic (16 din tabela 1) fabricat de firma P. Stole din Austria şi asimilat de fabrica Policolor — Bucureşti, nu cretează nici după 30 de luni de expunere şi îşi menţine luciul iniţial.

S-a observat că fenomenul de cretare a vopsirilor are perioade cînd dispare şi anume iarna şi în perioade de ploi dese (în special primăvara), ca apoi să reapară în măsură mai accentuată.

Fenomenul este semnalat şi de literatura de specialitate [2].

Compararea rezultatelor obţinute la încercarea la stropire salină efectuată în laborator şi expunerea în microclimat natural nu se poate face din cauză că durata de expunere în climat natural nu este încă suficient de mare pentru a duce la diferenţierea sistemelor de protecţie din punctul de vedere al protecţiei anticorosive conferite materialelor de bază.

Fenomenele apărute în decurs de 2 ani pe epruvetele expuse în climat natural maritim afectează în principal aspectul acoperirilor, majoritatea sistemelor încercate asigurînd protecţia anticorosivă propriu-zisă a metalului de bază.

Bibliografie

[1] Freier H. J.: *Erfahrungen bei der Freibewitterung von Alkydharzanstrichen in verschiedenen Klimaten.* Farbe u. Lack, vol. 73, nr. 12, 1967.

[2] Epple R.: *Über die Aussagekraft der Halbarkeitsprüfung von Anstrichen durch Kurzbewitterung.* Farbe u. Lacke, vol. 72, nr. 9, 1966.

[3] André M.: *Acièrs inoxydables et atmosphères naturelles.* Corrosion et anticorrosion, nr. 7, 1964.

[4] Rychtera M., Bartakova B.: *Tropicproofing electrical equipment.* Londra, Ed. Leonard Hill Limited, 1963.

[5] * * *: *Studii privind factorii agresivităţii naturale de pe litoralul românesc.* INCERC, Bucureşti, 1966.

[6] Muck H. ş.a.: *Wettereinflüsse auf die Beständigkeit Titandioxydhaltiger Anstriche.* Farbe u. Lack, vol. 72, nr. 9, 1966.

[7] Denny M. A.: *The use epoxide resins in anticorrosion paints.* Corrosion techn. vol. 11, nr. 1, 1964.

[8] Orsini L.: *Les polyurethannes.* Corrosion et anticorrosion, vol. 14, nr. 5, 1966.

Masticuri bituminoase rezistente la medii chimice corosive*

K.

Ing. S. Şişman, ing. N. Nedelcu, ing. D. Gram

Laboratorul central M.C.I.C.R.

Bitumul este cunoscut şi folosit în lucrările de izolaţie şi protecţie din cele mai vechi timpuri. Calităţile materialului, posibilitatea îmbunătăţirii continue a materialelor pe bază de bitum, punerea relativ uşoară în operă şi preţul de cost scăzut fac ca această grupă de materiale să fie folosită curent şi impune continuarea studiilor în vederea realizării de noi şi noi sortimente pe această bază, cu proprietăţi mereu îmbunătăţite.

În condiţiile actuale laboratorul central al M.C.I.C.R. şi-a îndreptat atenţia asupra asfalturilor şi masticurilor bituminoase care, în comparaţie cu alte materiale folosite în scopul izolării şi protecţiei construcţiilor, prezintă o serie de avantaje, printre care considerăm că au o deosebită importanţă următoarele:

— realizare şi aplicare uşoară;
— reparare simplă a degradărilor produse în timp;
— materii prime asigurate uşor şi din ţară;
— preţ de cost scăzut.

Domeniul de folosinţă a asfalturilor şi masticurilor bituminoase este destul de mare. Aceste materiale rezistă în condiţii bune la medii acide (acid carbonic, cianhidric, citric, clorhidric diluat, fosforic 6%, sulfuros diluat etc.), la medii alcaline (carbonat de sodiu, carbonat de potasiu, hidroxizi alcalini diluaţi şi la temperaturi joase etc.), la soluţii de săruri (clorură de sodiu, azotat de sodiu, azotat de potasiu), la apă etc.

Încercările făcute în laborator şi urmărirea unor lucrări date în folosinţă au arătat însă că obişnuitele compoziţii nu dau rezultate satisfăcătoare în toate cazurile, iar masticurile bituminoase aplicate în fabrici de acid azotic, azotat de amoniu şi hidroxizi alcalini concentraţi prezintă fenomene de îmbătrînire şi degradare avansată chiar după un interval de timp scurt (între 6 luni şi 1 an).

De asemenea, s-a constatat că nu totdeauna comportarea materialului în acelaşi mediu şi în condiţii similare de exploatare a fost identică, principala cauză fiind variaţia dozajelor, care în condiţii specifice de şantier se realizează greu.

---

* Lucrare prezentată la consfătuirea „Materiale şi metode în combaterea coroziunii în industria chimică" Braşov 27–28 noiembrie 1968.

În acest sens, studiile întreprinse în laboratorul central al M.C.I.C.R. au căutat să remedieze toate aceste aspecte și s-au îndreptat asupra :

— realizării unor masticuri bituminoase cu rezistențe mărite la acid azotic și azotat de amoniu,

— cu rezistențe mărite la hidroxizi alcalini concentrați și temperaturi ridicate,

— prefabricate care să nu necesite dozarea pe șantier.

În acest scop, cercetarea s-a dirijat spre reproducerea unor produse similare sau apropiate de masticurile granulate folosite în alte țări.

La toate aceste obiective, laboratorul central al M.C.I.C.R. a găsit soluționări satisfăcătoare, rezultatele obținute fiind prezentate în lucrarea de față.

I. MASTIC BITUMINOS CU REZISTENȚE MĂRITE LA ACID AZOTIC

Folosirea masticurilor antiacide la combinatele chimice și urmărirea comportării lor în timp au dus la o serie de concluzii deosebit de importante.

În general, masticurile executate după compoziții clasice au dat rezultate bune, cu unele excepții, ca de exemplu :

— Masticurile antiacide cu compoziții clasice au prezentat aspecte de îmbătrînire (colorare spre brun-roșcat, fragilitate-casanță, denivelări, pori și canale deschise accentuate), după un timp relativ scurt (1—2 ani).

Efectul a fost deosebit de evident în cazul în care acidul agresiv era concentrat și cald (cazuri frecvente la fabricile de acid azotic, constatate și urmărite de laborator în combinatul chimic Craiova).

— Masticurile antiacide după rețete clasice au prezentat un fenomen de înmuiere de suprafață (pe o grosime de 1—3 mm) și o mărire a valorii penetrației sub acțiunea azotatului de amoniu (material solid umezit puternic sau soluții care se acumulează pe suprafață). Efectul a fost stabilit și urmărit la depozitul de azotat de amoniu din combinatul chimic Craiova.

— Constatările efectuate pentru medii similare și în alte combinate și uzine chimice au arătat necesitatea obținerii unor masticuri cu rezistență mărită la acțiunea corosivă a acidului azotic și azotatului de amoniu.

Studiul s-a orientat asupra posibilităților de a mări rezistențele chimice specifice ale bitumurilor prin adaosuri de materiale rezistente la acid azotic și azotat de amoniu și care să confere amestecului proprietăți îmbunătățite.

Din cercetările făcute a rezultat că filerul de talc îmbunătățește calitatea masticului, mărindu-i rezistența chimică la acid azotic și asigură o filerizare omogenă la un grad superior. Fenomenul, desigur complex, nu este încă interpretat în literatură.

Încercările de laborator, ale căror rezultate sînt prezentate în tabela 1, au întărit această concluzie.

Tabela 1

Determinări fizico-mecanice și chimice ale masticului cu rezistență mărită la acid azotic *

DETERMINĂRI FIZICO-MECANICE	STAS 2659-61 ptr. soluția clasică	Valoarea determinată
Greutatea specifică aparentă, g/cm^3	min. 2,2	2,23
Absorbția de apă, % vol.	max. 1	0,8
Umflarea după 28 zile în apă, % vol.	max. 1	0,6
Rezistența la compresiune la 22°C, kgf/cm^2	min. 40	42
Pătrunderea sub sarcină a unui poanson de 5 cm^2, mm	max. 15	3
DETERMINĂRI CHIMICE	Aspect	Var. în greutate %
Acid azotic 30%	mat	+1,7
Azotat de amoniu, soluție saturată	slab lucios	+0,35

* Compoziție, % : — bitum neparafinos pentru drumuri tip G ··· 9,5
— filer de talc sub 0,09 mm ··· 30
— nisip cuarțos 0—6 mm ··· 25,5
— criblură cuarțoasă 3—7 mm ··· 35

Ulterior s-au făcut o serie de experimentări la combinatul chimic Craiova, pe platforma fabricii de acid azotic. Rezultatele obținute după aproximativ doi ani au confirmat concluziile de laborator.

Ca tehnologie de lucru, pe baza experimentării de la combinatul chimic din Craiova, în scopul de a mări rezistența chimică și a reduce alunecarea, s-a recomandat aplicarea pe suprafața caldă a asfaltului a unui strat de criblură silicoasă de 15—30 mm și impregnarea materialului în stratul de asfalt prin compresarea sa cu un tăvălug metalic. Recomandarea a fost experimentată de asemenea la combinatul chimic Craiova, pe aproximativ 50 m^2. Rezultatele obținute sînt deosebit de bune.

II. MASTIC BITUMINOS CU REZISTENȚE MĂRITE LA MEDIUL ALCALIN ȘI TEMPERATURI RIDICATE

Ca și în cazul masticurilor bituminoase antiacide, care nu au dat rezultate satisfăcătoare în medii de acid azotic și azotat de amoniu, masticurile bituminoase antialcaline clasice s-au comportat slab la agresiunea hidroxizilor alcalini concentrați și la temperaturi ridicate (60—90°C).

Constatările făcute pe astfel de masticuri la uzina de alumină Oradea au dus la necesitatea studierii unor masticuri bituminoase speciale, cu rezistențe mărite la condițiile date.

S-a plecat, ca bază în încercări, de la necesitatea de a obține o masă cu punct de înmuiere ridicat, cu plasticitate mărită și cu rezistențe chimice superioare.

În acest sens, cercetările laboratorului central al M.C.I.C.R. s-au făcut în scopul obținerii unor mase cu o filerizare avansată și a unui bitum plastifiat realizat printr-un adaos de polietilenă de joasă presiune 812 (în jur de 20 000) ale cărei caracteristici sînt date în tabela 2.

Încercările de laborator asupra masticului bituminos antialcalin cercetat arată caracteristicile fizice, mecanice și chimice foarte bune ale masei, așa cum reiese din tabela 3.

Acest mastic bituminos a fost aplicat experimental în condiții foarte grele pe o suprafață limitată la uzina de alumină Oradea, obținîndu-se rezultate parțial satisfăcătoare.

III. MASTICURI BITUMINOASE PULVERULENTE

Caracteristica proceselor tehnologice moderne și condițiile specifice ale lucrărilor pe șantiere impun astăzi materialelor proprietăți noi, speciale. În cazul maselor bituminoase se cere :

— punct de înmuiere ridicat;

— fluaj redus;

— rezistențe chimice superioare;

— prelucrare cît mai ușoară (adică dozare, omogenizare și aplicare simplă).

Tabela 2

Caracteristicile bitumului plastifiat

Determinări	STAS pentru bitum G	Valoarea determinată
Punct de înmuiere, °C	57—67	93—110
Penetrație la 25°C, 1/10 mm	30—40	9—13
Ductibilitate la 25°C, cm	min. 25	1,5—2,5

Tabela 3

Determinări fizico-mecanice şi chimice ale amestecului cu rezistenţă mărită la medii alcaline şi temperatură*

DETERMINĂRI FIZICO-MECANICE	STAS pentru soluţia clasică	Valoarea determinată
Greutate specifică aparentă, g/cm^3	min. 2.2	2,3–2,4
Absorbţia de apă, % vol.	max. 1	0,6
Umflare după 28 zile în apă, % vol.	max. 1	0,5
Rezistenţa la compresiune la 22°C, kgf/cm^2	min. 40	41–43
Pătrunderea sub sarcină a unui poanson de 5 cm^2, mm	max. 15	3–5

DETERMINĂRI CHIMICE	Temp. (°C)	Aspect	Var. în greutate (%)
Hidroxid de sodiu 10%	medie	negru-lucios	0
,, ,, ,, 30%	,,	,,	0
,, ,, ,, 30%	80	,,	−0,2
Soluţie NaOH concentrată la rece	medie	,,	0,5
Soluţie NaOH concentrată la cald	,,	mat	−0,7
Soluţie NaOH concentrată la rece	80	,,	−0,75
Soluţie NaOH concentrată la cald	80	,,	−1,0

* Compoziţia, % : — bitum neparafinos pentru drumuri, tip D sau G, cu un adaos de 8–15% polietilenă 812 ··· 40
— filer de calcar ··· 51
— microazbest ··· 9

Toate aceste deziderate sînt satisfăcute pe plan mondial prin masticurile bituminoase pulverulente.

Pe baza acestor date, în laboratorul central al M.C.I.C.R. s-au efectuat o serie de încercări pentru stabilirea unor compoziţii de masticuri cu proprietăţi optime. S-au încercat compoziţiile menţionate în tabela 4.

Tabela 4

Compoziţii de masticuri bituminoase pulverulente

Denumirea materialelor	Compoziţii (în %)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Bitum E 125 (bitum cu punct de înmuiere 125°C)	40	40	40	50	40	—	45
Bitum G	—	—	—	—	18	—	—
Bitum industrial C	—	—	—	—	—	40	—
Nisip cuarţos V	40	40	40	30	25	40	32
Microazbest	10	—	—	8	7	10	10
Caolin	10	10	—	12	10	10	10
Deşeuri textile	—	—	—	—	—	—	3
Talc	—	10	20	—	—	—	—

Tabela 5

Caracteristicile masticurilor bituminoase pulverulente

Compoziţia	Punct de înmuiere (I.B.°C)	Penetraţie la 25°C (mm/10)	Ductibilitate la 25°C (cm)	Temperatura de turnare
I	131	1	0,2	220
II	130	4	0,7	210
III	125	4	0,5	200
IV	137	0,5	—	230
V	109	6	1,8	180
VII	160	2	0,8	230

Încercările de măcinare, făcute în laborator cu diferite tipuri de bitum, au dus la concluzia că bitumul E 125 este singurul care corespunde condiţiilor de măcinare (punct de înmuiere suficient de ridicat).

Tehnologia de lucru a fost următoarea :

— Materialele au fost dozate gravimetric.

— Măcinarea s-a făcut cu o moară centrifugă tip Pulverissette 707, cu bile metalice cu diametre diferite (capacitatea redusă = 1 litru), cu o turaţie de 80 — 120 rot/min.

— S-a obţinut un mastic pulverulent, omogen, cu granule sub 3 mm.

Caracteristicile masticurilor pulverulente sînt arătate în tabela 5.

Comportarea în medii agresive reprezentată prin variaţia punctului de înmuiere este dată în tabela 6.

Tabela 6

Variaţia punctului de înmuiere după 30 de zile imersare în medii agresive

(valoarea punct înmuiere iniţial/valoarea punct înmuiere final)

Mediul corosiv	Concentraţia (%)	Reţeta					
		I	II	III	IV	V	VII
Acid sulfuric	30	131/152	130/145	125/130	137/161	109/125	100/146
Acid azotic	30	131/119	130/121	125/120	137/103	109/103	160/170
Acid azotic	50	—	—	—	—	—	160/179
Azotat de amoniu	soluţie saturată	131/135	130/132	125/127	137/159	109/114	160/160
Hidroxid de sodiu	30	131/134	—	—	137/167	109/119	160/146

Zilele româno-franceze 19–21 septembrie 1968

Formarea cadrelor*

M. Albigés

Directorul Centrului de înalte studii pentru construcţii (C.H.E.C.)

Voi încerca să vă descriu în primul rînd aspectul general pe care-l prezintă formarea inginerului în Franţa. Voi examina ulterior cazul special al inginerului de construcţii, care nu se deosebeşte în mod special de cazul general, întrucît specializarea la care este supus este de obicei limitată şi nu poate fi considerată ca o iniţiere suficientă în greutăţile meseriei noastre.

În introducere, aş vrea să vă atrag atenţia că acţiunea de revendicări care a zguduit universitatea în lunile mai şi iunie 1968 nu a avut decît un ecou redus în cercurile elevilor ingineri. Acest lucru nu înseamnă că aceştia din urmă nu ar fi avut de susţinut reclamaţiile lor, ci se datorează faptului că aceste reclamaţii nu aveau acelaşi caracter de acuitate ca în alte domenii, întrucît nu erau legate de posibilităţile de angajare la sfîrşitul studiilor. Contrariu unora dintre camarazii lor din disciplinele literare sau filozofice, elevii ingineri ştiu că vor găsi cu toţii un loc în societatea viitorului. Reclamaţiile lor erau astfel mai modeste, ele privind, de exemplu, caracterul specific al programelor, forma de învăţămînt, sistemul de notare prin care li se apreciază munca sau oportunitatea unei clasificări. Este totuşi de prevăzut că viitorul şcolilor de ingineri va fi legat de reforma generală a învăţămîntului, pe care recentele evenimente au făcut-o oarecum inevitabilă. Formarea inginerului poate fi astfel supusă mîine, în Franţa, unei evoluţii pe care de fapt elevii ingineri nu şi-au dorit-o.

Nu pot deci să vă descriu decît condiţiile actuale în care se dezvoltă formarea inginerului în Franţa, fiind bineînţeles că aceste condiţii se pot modifica mult într-un viitor apropiat. Această stare, trebuie s-o mărturisim, poate părea într-o oarecare măsură anarhică, ea fiind o moştenire a istoriei şi trebuia în orice caz reexaminată la un moment dat. Ea nu prezintă însă, pentru moment, inconveniente grave, anarhia fiind mai mult aparentă decît reală, şi se referă mai mult la forma instituţiilor decît la fondul materiilor esenţiale care fac obiectul învăţămîntului.

Şcolile de ingineri cele mai importante au fost create de-a lungul veacurilor, de către ministere sau de colectivităţi cum erau camerele de comerţ, pentru a satisface o nevoie urgentă a industriei sau a armatei.

Cînd acum mai bine de două sute de ani, Ludovic al XIV-lea a vrut să creeze prima şcoală de ingineri, era greu s-o pună sub protecţia universităţii, al cărei spirit tradiţionalist în acea epocă era aproape exclusiv orientat către preocupări literare şi metafizice; el a creat astfel Şcoala de poduri şi şosele, căreia i-a dat un statut independent.

Astfel s-au fundat succesiv toate şcolile de ingineri, care sînt astăzi mîndria ţării noastre: Şcoala naţională de mine, Şcoala politehnică în 1794, Şcoala naţională de arte şi meserii în 1806, Şcoala centrală de arte şi manufactură în 1829 şi multe altele.

Este de remarcat că statutele acestor şcoli sînt de aşa natură încît ele nu au practic nici o legătură cu universitatea, unele dintre ele depinzînd chiar de alte ministere decît cel al Educaţiei Naţionale. Ţinîndu-se seamă de diversitatea originilor, de independenţa uneia faţă de celelalte, de independenţa faţă de o autoritate comună, nu este de mirare că fiecare dintre aceste şcoli a dobîndit un caracter propriu. Punctul lor comun este cel al filierei ce trebuie urmată în mod normal pentru a putea intra în aceste şcoli.

Tînărul student, care pe la 18 ani şi-a trecut bacalaureatul, pe cît posibil cu menţiune, şi care, dispunînd de calităţi intelectuale suficiente pentru a năzui la o carieră ştiinţifică şi tehnică, doreşte să devină inginer trebuie să intre în clasele pregătitoare pentru şcolile superioare, cunoscute în mod tradiţional sub numele de clase de matematici speciale.

Inginerii francezi păstrează toată viaţa amintirea muncii înverşunate ce li se pretinde în aceste clase.

Este de reţinut că selecţia începe încă de la acest nivel, întrucît numai elevii foarte dotaţi pot urma cu succes învăţămîntul predat.

Matematicile ocupă un loc foarte important (15 ore de curs pe săptămînă); fizica şi chimia nu sînt nici ele uitate (10 ore de curs pe săptămînă); se predau de asemenea limba franceză, limbile străine şi desenul. Controlul cunoştinţelor se face sever şi metodic şi constă în numeroase examene orale (unul pe săptămînă la matematici, unul la două săptămîni la chimie şi fizică), din compuneri lunare şi din teme săptămînale. Numeroasele exerciţii şi aplicaţii ce se cer elevilor şi care au ca obiect cunoştinţele teoretice cu care trebuie să fie permanent la zi, constituie, după părerea mea, un mod de formare foarte sigur şi durabil, care permite adesea de a distinge, în Franţa, pe inginer de cei a căror pregătire ştiinţifică a fost făcută în universitate.

Este, poate, de regretat că elevii sînt constrînşi în această perioadă la o viaţă care, dacă s-ar pretinde condamnaţilor la muncă silnică, am fi acuzaţi de inumanitate.

Materiile care sînt predate în aceste clase sînt, în linii mari, comune pregătirii pentru diferitele şcoli de ingineri. Admiterea în aceste şcoli se face în mod obişnuit, prin concurs. Chiar de la sfîrşitul celui de al doilea an al claselor pregătitoare, elevii se prezintă la concursurile corespunzătoare de intrare în şcolile pe care şi le-au ales. Trebuie să deschidem aici o paranteză pentru a semnala că în cursul timpului s-a stabilit în Franţa un fel de ierarhie neoficială, dar totuşi reală, între diferitele şcoli de ingineri, care se traduce prin faptul că studentul ce are norocul să fie admis în mai multe şcoli nu alege totdeauna pe cea mai indicată pentru a-l forma mai bine în specialitatea pe care o are în vedere, ci pe aceea care îi poate asigura personal mai mult prestigiu.

Majoritatea elevilor nu reuşesc cînd se prezintă prima oară la diferitele concursuri. Unii nu reuşesc decît după patru sau chiar cinci ani de clase pregătitoare, aşa încît durata medie de pregătire pentru şcolile de ingineri este de trei ani.

Elevul inginer împlineşte astfel aproximativ 21 de ani la intrarea într-o şcoală superioară, iar pregătirea pe care o va primi de aici înainte va fi caracteristică şcolii sale şi poate diferi substanţial de aceea a camarazilor primiţi în alte instituţii.

Unele şcoli urmăresc aproape exclusiv perfecţionarea pregătirii generale sub aspectul său ştiinţific cel mai ridicat, cum este cazul Şcolii politehnice. Altele încearcă să dea elevilor o pregătire generală bogată sub raportul ştiinţelor teoretice, predîndu-le în acelaşi timp noţiuni cu privire la diferite discipline tehnice şi creînd astfel un început de specializare în ultimul an de studii, cum este cazul Şcolii centrale. Altele, în sfîrşit, cum este Şcoala de lucrări publice, sînt în special concepute pentru a da elevilor o pregătire mai accentuată, avînd drept obiect o tehnică anumită, cum este cea a construcţiilor. Trebuie să se sublinieze, însă, că mai mult de jumătate din inginerii constructori ies din şcoli cum ar fi Şcoala politehnică sau Şcoala centrală, care nu-i orientaseră în special către acest lucru. De aceea, caracteristicile formării inginerului constructor în Franţa sînt greu de definit. Cred că se poate face cel mult următoarea constatare:

Din cele ce ştiu privitor la modul de pregătire a inginerilor în diferite ţări, cred că ceea ce constituie nota distinctivă a formaţiei franceze este faptul că învăţămîntul tehnicilor practice ale inginerului este conceput, dacă e posibil, după modelul matematic, adică tratîndu-se întîi cazul cel mai general şi lăsînd elevilor grija de a adapta acest caz circumstanţelor speciale ale fiecărei probleme. Ei sînt de altfel ajutaţi de cîţiva ani în această sarcină de numeroasele şedinţe de aplicaţii ţinute sub conducerea unor asistenţi. Cred că se pot găsi două explicaţii acestei stări de lucruri : prima ar fi că mintea elevului, condiţionată prin trei ani de pregătire matematică nelimitată, este mai accesibilă unui raţionament construit pe model matematic decît la orice argumentare bazată pe consideraţii fizice, proprii fiecărui caz. Se poate chiar spune că pentru unii dintre ei noţiunea fizică este mai clară atunci cînd este definită cu ajutorul aparatului matematic decît prin intuirea directă a fenomenelor. Trebuie să recunoaştem că există aici o lacună, pe care aceşti elevi deveniţi ingineri o umplu de obicei după cîţiva ani de meserie. A doua explicaţie este mai prozaică ; ţinînd seamă de faptul că majoritatea şcolilor de ingineri nu urmăresc o anumită specializare, ci au scopul de a deschide mintea elevilor la disciplinele corespunzătoare celor mai diferite profesiuni, programul nu permite să se consacre şedinţe numeroase fiecărei discipline. Nu poate fi deci vorba de a trata teoria structurilor, aşa cum am avut ocazia să constat în unele lucrări în limba engleză, bazîndu-ne pe o argumentare compusă aproape exclusiv din exemple. Nu discut care din aceste metode este mai justificată. Subliniez numai faptul că în Franţa, ţinîndu-se seamă de circumstanţele actuale, ar fi greu să se considere un mod de pregătire diferit de cel adoptat.

---

* Conferinţă ţinută în cadrul „Zilelor române-franceze", Bucureşti, 19–21 septembrie 1968.

În plus, s-a constatat că şedinţele de aplicaţii pe grupe mici fac posibilă concretizarea învăţămîntului teoretic şi deschid ochii viitorilor ingineri asupra caracterului fizic al teoriilor ce le sînt predate.

Este necesar, cred, să se atragă atenţia, în trecere, asupra dezvoltării pe care predarea informaticii a luat-o de cîţiva ani în şcolile de ingineri. Majoritatea şcolilor sînt echipate cu maşini electronice, iar elevii sînt obligaţi să urmeze cursurile de programare şi să aplice acest instructaj în punerea la punct a unor proiecte, indiferent dacă sînt sau nu de domeniul construcţiilor. Această evoluţie inevitabilă a învăţămîntului, precum şi introducerea în aparatul matematic impus elevilor a unor noţiuni întinse privind calculul matricial, au drept rezultat adîncirea şi mai mare a prăpastiei care separă pe inginerul mai bătrîn de tînărul său coleg, cel puţin atunci cînd este vorba de inginerul proiectant. Vom reveni în curînd asupra acestui inconvenient inerent epocii noastre şi care se resimte probabil în momentul de faţă în toate ţările.

În ce priveşte în special Franţa, se poate pune şi întrebarea dacă învăţămîntul matematic, astfel cum este conceput de cîtva timp, este deosebit de favorabil dezvoltării calităţilor fundamentale ale inginerului constructor. Nu vorbesc numai de statistică şi de geometria descriptivă, care au fost scoase din clasele pregătitoare pentru şcolile superioare, ci mai ales de teoria mulţimilor, care a invadat de curînd toate disciplinele matematice şi care ajută desigur la formarea spiritului logic, în acelaşi timp însă şi foarte abstract al elevului, spirit care nu este totdeauna în acord cu aspectul practic pe care trebuie să-l păstreze cunoştinţele inginerului, chiar atunci cînd rătăceşte pe căi abstracte. Acest aspect practic rămîne legat, nu numai de preocuparea fundamentală a inginerului, care trebuie să rămînă acţiunea de a construi, executată în cele mai bune condiţii de rezistenţă, preţ şi termen, ci şi de căutarea datelor specifice fiecărei probleme, lucru ce nu poate fi obţinut prin nici un efort de abstractizare.

Durata studiilor în şcolile de ingineri este de trei ani, afară de rare excepţii şi, după cum semnalam mai sus, chiar dacă programul de studii dă elevilor posibilitatea de a opta pentru o disciplină anumită, această opţiune nu se poate face decît la începutul anului al treilea. Ea permite elevilor să-şi completeze cunoştinţele în specialitatea pe care şi-au ales-o şi să definească în acelaşi timp natura proiectului pe care îl vor susţine pentru examenul de absolvire. Trebuie însă să se sublinieze că această specializare nu poate fi considerată decît ca o introducere în tehnica profesională şi nu ca o formare suficientă care să permită inginerului să profeseze fără control, încă de la ieşirea din şcoală.

În general, disciplinele predate sînt esenţialmente de natură ştiinţifică şi tehnică. Celelalte discipline nu ocupă decît o mică parte a timpului său ; este vorba de drept, economie politică şi limbi străine. Şcolile îi lasă pe elevi liberi, în afară de orele de prezenţă obligatorii, prevăzute de program : ei pot astfel să se consacre oricărei activităţi artistice pe care ar dori-o. Trebuie însă să recunoaştem că timpul liber de care dispune un elev, fără a-şi periclita studiile, este limitat. Este deosebit de greu pentru elevii ingineri care doresc să-şi amelioreze bugetul să poată găsi o ocupaţie remuneratoare, pe care s-o poată exercita fără a compromite succesul studiilor.

Pe de altă parte, s-a răspîndit de cîţiva ani practica stagiilor remunerate în vacanţele de vară. Este vorba cel mai des de stagiile pe şantiere cu o durată de una sau două luni. Evident, această durată este insuficientă pentru a putea fi considerată drept o formare suplimentară apreciabilă, dar constituie totuşi, pentru viitorul inginer, o perspectivă asupra activităţilor profesionale şi-i poate permite o orientare mai justă în alegerea pe care trebuie s-o facă în activitatea sa ulterioară.

Privitor la şcolile specializate în construcţii este de menţionat că, fie în virtutea unei legi de osmoză, fie în virtutea prestigiului de care se bucură în Franţa ştiinţele teoretice, aceste şcoli nu fac excepţie de la caracterul comun al tuturor şcolilor de ingineri. În consecinţă, învăţămîntul pe care aceştia îl practică depăşeşte cu mult nevoile specialităţii lor şi, deşi inginerii pe care-i formează pentru a profesa primesc o formaţie mai specifică meseriei pe care trebuie s-o exercite, ei nu pot fi totuşi consideraţi capabili să li se încredinţeze responsabilitatea directă a unui proiect, imediat după ieşirea din aceste şcoli.

În şcolile de ingineri, controlul cunoştinţelor se face foarte strict, deşi mai puţin sever decît în clasele pregătitoare. Fiecare curs, după importanţa sa, comportă mai multe examinări orale, una sau mai multe lucrări de control scrise şi, dacă materia permite acest lucru, unul sau mai multe proiecte. Aceste probe de control sînt apreciate prin note care variază între 0 şi 20 ; în plus, se atribuie un coeficient diferit, pentru a stimula astfel pe elevi să studieze materiile esenţiale, care au coeficienţii cei mai ridicaţi. Diploma de inginer nu se acordă elevului decît dacă media generală stabilită de aceşti coeficienţi atinge un anumit prag, care poate diferi de la o şcoală la alta. În plus, în unele şcoli, regulamentul interior prevede, pentru disciplinele mai importante, o notă minimă a mediei sub care diploma nu poate fi acordată, oricare ar fi valoarea mediei generale.

Trebuie să subliniem însă că selecţia se efectuează mai ales la nivelul concursului de intrare, unde este uneori foarte severă, mai ales în cazul celor mai cotate şcoli de ingineri. Se întîmplă de aceea foarte rar ca un elev admis într-o astfel de şcoală să nu obţină la terminarea ei diploma de inginer. Calităţile intelectuale constatate la concursul de intrare sînt suficiente, afară de cazul unui accident, al unei boli prelungite, al unei rele voinţe manifeste sau al unei nepăsări evidente, pentru a permite elevului să obţină prin muncă normală diploma de absolvire.

Trebuie adăugat că în momentul de faţă elevii unei aceleiaşi promoţii sînt clasaţi în ordinea mediei generale obţinute. Primele locuri sînt foarte căutate, deoarece ele permit, la promovare, solicitarea posturilor celor mai interesante. Ele sînt deci motiv de competiţie foarte strînsă şi, afară de elemente excepţionale, nu pot fi obţinute decît cu preţul unei munci înverşunate.

Utilitatea acestei clasificări este pusă la îndoială de elevii ingineri, care consideră că toţi cei care au obţinut titlul de inginer trebuie să se bucure de o încredere egală. Ei socotesc, de asemenea, că unii elevi nu găsesc o motivare suficientă în cadrul şcolii, pentru a pune la contribuţie toate posibilităţile lor şi pot avea ulterior succese în industrie pe care clasificarea lor nu le lasă să se întrevadă. Trebuie să recunoaştem că această părere nu este lipsită de valoare, dar rămîne de văzut dacă ar fi util să se suprime emulaţia, care şi ea constituie o motivare eficace. S-a constatat că nici o formare valabilă nu poate fi dobîndită fără o muncă de lungă durată şi susţinută. Se pune deci problema dacă cei ce sînt responsabili pentru învăţămînt nu ar trebui să folosească toate mijloacele pentru a obţine de la elevi maximum de efort, făcînd apel, la nevoie, la spiritul de competiţie care există în orice individ şi pe care elevul devenit inginer îl va întîlni cu certitudine în cariera sa. Problema în momentul de faţă este încă în acelaşi stadiu şi nu pare că s-ar fi luat vreo hotărîre.

Am descris, în modul cel mai succint posibil, starea actuală a formării şcolare a inginerului în Franţa. Se poate constata că datorită istoricului însuşi al acestui învăţămînt, universitatea nu joacă nici un rol. După cum se poate imagina, universitatea nu vede cu plăcere emigrarea către alte orizonturi a elevilor care, în majoritate, sînt cei consideraţi a fi capabili să dea cea mai mare strălucire instituţiei care-i pregăteşte.

Aşadar, în scopul mărturisit de a da mai multă coeziune ansamblului învăţămîntului superior, universitatea intenţionează să joace într-un viitor apropiat un rol preponderent în formarea inginerilor în Franţa.

Inginerii francezi nu se opun în principiu acestei intervenţii. Numeroase ţări străine au demonstrat că această soluţie este perfect viabilă şi nu compromite prestigiul tehnic al acestor ţări. Preocuparea inginerilor nu se referă la soluţia adoptată, ci mai degrabă la mijloacele cu care ea poate fi aplicată. Pentru a se evita ratarea acestei tranziţii şi sacrificarea în acest caz, într-o anumită măsură, a formaţiei de bază a unei generaţii de ingineri, trebuie să se evite următoarele două pericole :

Primul priveşte modul însuşi de funcţionare a universităţii, a cărei programă analitică va trebui obligatoriu modificată, dacă se urmăreşte ca învăţămîntul său să poată atinge gradul de concentraţie şi de eficacitate pe care-l asigură astăzi în special clasele pregătitoare pentru şcolile superioare.

Cel de al doilea priveşte pregătirea tehnică a profesorilor universitari. În ţările în care formarea inginerului este un atribut tradiţional al universităţii, universitatea are la dispoziţia sa foşti elevi, care au dobîndit, în exercitarea meseriei lor de ingineri, un nivel ştiinţific şi tehnic excepţional şi care posedă în plus şi titlurile universitare necesare pentru a participa la învăţămîntul predat în universitate. Cele două probleme de transmitere a meseriei şi a titlului de la o generaţie la alta sînt astfel perfect rezolvate. În Franţa însă, în momentul de faţă, lucrurile nu se petrec în acelaşi fel, întrucît cei care posedă titlurile universitare care le dau dreptul să predea în facultăţi nu au, în majoritatea cazurilor şi în cazul cel mai bun, decît noţiuni pur speculative despre meseria pe care ar fi însărcinaţi s-o predea. După părerea mea, dacă o astfel de tranziţie se dovedeşte necesară, este de dorit în cel mai înalt grad ca ea să se facă sub controlul ,,profesiunii", care ar trebui să colaboreze cu ,,universitatea" pentru a preciza, o dată cu materia de predat, şi forma de învăţămînt şi caracterul controlului cunoştinţelor. Pe de altă parte, este evident că universitatea ar trebui să accepte să încredinţeze unor ingineri sarcina de a preda disciplinele tehnice şi să confere acestor ingineri aceeaşi demnitate şi aceleaşi prerogative ca şi profesorilor confirmaţi de ea.

Să ne reîntoarcem, după această paranteză, la tînărul inginer care iese din şcoală. După ce a suferit verdictul multiplelor examene şi a făcut obiectul unei selecţii severe, el se află în posesia diplomei. El are în medie 24 de ani, spiritul bine format pentru a mînui idei abstracte, are noţiuni despre cele mai diferite tehnici, dar în majoritatea cazurilor, nu posedă o meserie reală.

I se oferă două posibilităţi :

Prima, cea mai tradiţională, este de a căuta o întreprindere sau o administraţie care să vrea să-l întrebuinţeze (ar fi mai just să se spună : ,,care să vrea să-l formeze în meseria pe care şi-a ales-o"). În momentul de faţă, acest lucru nu este greu de găsit. Trebuie să se sublinieze numai că întreprinderile căutate în primul rînd sînt cele cu un standard tehnic foarte ridicat, care le plasează la avangarda ,,profesiunii", datorită calităţii formaţiei pe care o pot oferi. Din această cauză va fi mai greu pentru tînărul inginer de a reuşi să fie angajat în aceste întreprinderi.

Cea de a doua posibilitate este aceea de a urma, timp de un an, un învăţămînt specializat referitor la tehnicile specifice construcţiilor. Acest învăţămînt s-a organizat în Franţa acum 11 ani ; el este predat la Centrul de înalte studii de construcţie.

Într-adevăr, ,,profesiunea" consideră că iniţierea în meserie, a cărei responsabilitate revine inginerilor săi cei mai calificaţi şi este transmisă în fiecare întreprindere pe cale practică — punîndu-i să lucreze efectiv — inginerilor debutanţi, avea drept rezultat, din cauza dispersării acestor intervenţii, o pierdere regretabilă de muncă şi timp. S-a socotit că este de preferat ca aceşti tineri ingineri să fie grupaţi într-un centru, unde profesorii cei mai remarcabili ai profesiunii vor veni să le împărtăşească cunoştinţele printr-un învăţămînt teoretic şi în cursul a numeroase şedinţe de aplicaţii.

Această formaţie este concepută în modul următor : În timpul primelor şase luni, dimineţele sînt rezervate învăţămîntului teoretic, iar după-amiezele şedinţelor practice, organizate pe grupuri mici. În timpul acestor şedinţe, inginerii-elevi trebuie să pună la punct, sub conducerea unui şef de birou de proiectare, mici proiecte referitoare la aplicarea tehnicilor expuse de profesori. Ultimele trei luni sînt rezervate punerii la punct a trei proiecte, efectuate sub supravegherea continuă a profesorilor şi a şefilor birourilor de studii. Anul trecut, de pildă, inginerii-elevi au trebuit să întocmească un proiect de structură în beton armat, de pod de beton precomprimat şi de acoperiş din placă subţire.

Acest centru se împarte în două secţii, dintre care una se ocupă în special de betonul armat şi precomprimat, iar cealaltă de structurile metalice. El dă deplină satisfacţie, iar inginerii formaţi aici sînt foarte căutaţi de întreprinderi.

Trebuie să mai semnalez că acest învăţămînt este deschis şi inginerilor străini, care vin în număr foarte mare pentru a-şi face studiile aici, după cum se poate vedea din faptul că aproximativ o treime din promoţiile de 100 de ingineri-elevi pe care-i formează în fiecare an este constituită din ingineri aparţinînd celor mai diferite ţări din cele cinci continente.

În acest centru se mai primesc şi stagiari străini care ne sînt încredinţaţi de A.S.T.E.F., adică Asociaţia pentru organizarea stagiilor din Franţa. Aceşti stagiari vin pentru a urma, mai ales, cursurile de beton precomprimat, cu o durată de cinci luni, pentru a se perfecţiona în metodele de calcul şi de execuţie specifice acestei tehnici noi.

Centrul de înalte studii de construcţii reprezintă astfel forma cea mai evoluată a efortului întreprins în Franţa de către ,,profesiune" pentru a iniţia pe tinerii ingineri în practica meseriei de inginer constructor. Aceasta nu înseamnă, desigur, că elevii care ies de la acest centru sînt în deplină posesiune a meseriei lor, deoarece cred că această stăpînire nu poate fi atinsă numai pe căi pur şcolare. Noţiunea de responsabilitate, care este legată de funcţia de inginer, pentru a-i aminti că opera sa este aceea care-i poate conferi prestigiul sau îi poate provoca ruina, este, după părerea mea, motivarea indispensabilă pe care inginerul nu o poate găsi decît în exercitarea integrală a meseriei sale într-o întreprindere sau o administraţie.

Mai mult, dobîndirea intuiţiei, aşi putea spune aproape a ,,instinctului" de constructor este o operaţie de prea lungă durată pentru a se admite că poate fi dobîndită în timpul perioadei şcolare, dacă nu vrem să prelungim această perioadă de o manieră inadmisibilă pentru binele public.

Voi aborda acum altă problemă, care este, cred, mai complexă decît aceea a învăţămîntului tinerilor ; este problema pregătirii permanente a inginerilor, devenită necesară din cauza evoluţiei din ce în ce mai rapide a tehnicilor, fie că este vorba de tehnici de calcul, fie că este vorba de tehnicile de execuţie.

Se poate prevedea că organizarea muncii în profesiunea noastră, care păstrează încă în unele mici întreprinderi un caracter meşteşugăresc, va suferi în viitoarele decenii o profundă modificare. Chiar dacă funcţia esenţială a inginerului, adică funcţia de concepţie cu tot ceea ce implică ea ca experienţă, simţ practic, calităţi de imaginaţie şi de analiză, va ieşi întărită, va deveni din ce în ce mai necesar ca el să-şi pună calităţile sale în serviciul unui grup în care el poate intra ca simplu element constitutiv sau căruia îi poate dirija şi armoniza activitatea, dar căruia nu i se mai poate substitui ca individ, deoarece sarcinile pe care actul de a construi le impune au devenit atît de diferenţiate, încît intervenţiile foarte strînse ale unor specializări au devenit necesare.

Numai în domeniul studiilor, care este poate cel mai puţin atins, acest aspect nou al faptelor devine din ce în ce mai aparent în fiecare zi. Acum cîţiva ani încă, un inginer calificat putea să dea sfaturi utile tinerilor pe care îi avea sub ordinele sale, asupra oricărei etape a procesului intelectual, care merge de la concepţia unui proiect pînă la punerea la punct a calculelor şi a planurilor de execuţie. Adesea, acest lucru nu mai este posibil astăzi. În faţa tinerilor pe care îi trimit şcolile, care vorbesc de matrice, cum se vorbea de sisteme liniare, care ştiu să folosească maşinile electronice, cum se folosea înainte rigla de calcul sau tablele de logaritmi, s-a creat o prăpastie pe care desigur că inginerul mai bătrîn ar putea-o umple dacă şi-ar limita la această subiectul preocupărilor sale, dar pe care este uneori nevoit s-o admită chiar împotriva dorinţei sale, dacă vrea să se ţină la curent şi cu evoluţia celorlalte tehnici, cum este cea de execuţie, care are uneori în ochii săi o importanţă mai mare. Inginerul mai vechi este astfel constrîns să păstreze pentru el munca de concepţie, pe care o consideră cu drept cuvînt esențială, și să se mulțumească a controla rezultatele unui calcul pe care tinerii l-au efectuat adesea prin metode cărora el nu le cunoaște decît principiile. Deși caută să se încredințeze că aceste metode nu sînt decît instrumente logice, care nu au nimic de-a face cu calitățile de bază ale unui inginer, el se neliniștește totuși constatînd caracterul temporar al formației pe care a primit-o și în oarecare măsură al meseriei pe care și-a însușit-o. În schimb, se poate naște întrebarea dacă tinerii ingineri nu vor suferi pe viitor de lipsa însușirii meseriei în aspectele sale fundamentale, adică cea a cunoașterii intuitive a faptului fizic. Utilizarea frecventă a noțiunilor matematice abstracte, formarea legată de programare, pe care mulți o consideră ca un scop, folosirea sistematică a programelor întocmite de alții, riscă să-i îndepărteze de singura realitate a comportării materialelor, care forma înainte preocuparea de bază a constructorului.

Nu cred că această perspectivă, poate nițel cam pesimistă, a funcției de inginer să fie specifică țării noastre. Această situație pare a fi într-adevăr inevitabilă, dacă se ia în considerație accelerarea extraordinară pe care o suferă de puțin timp evoluția tehnicii.

Pentru a remedia pe cît este posibil această stare de lucruri, Federațiile naționale de construcții și lucrări publice au creat diverse organizații atașate Institutului tehnic al construcțiilor și lucrărilor publice și a căror funcție este de a pregăti pe inginerii mai vechi în noile tehnici, atît în ce privește studiile, cît și execuția.

În primul rînd, s-au organizat stagii de perfecționare în fiecare an, în proprietatea pe care ,,profesiunea" o posedă în apropiere de Paris, la St. Rémy-les-Chevreuse. Aceste stagii, cu o durată de o săptămînă, timp în care inginerii stagiari trăiesc în comun, comportă un învățămînt teoretic și eventual exerciții de aplicare, repartizate în două ședințe zilnice de cîte trei ore.

În ultimii ani, de exemplu, aceste stagii s-au ocupat cu calculul la rupere al betonului armat și al structurilor metalice, cu studiul comportării plastice a materialelor și a structurilor, explicații asupra noilor prescripții în ceea ce privește betonul, structurile de rezistență și efectele zăpezii și ale vîntului, expunerea principiilor calculului matricial și aplicările lui la programarea calculului structurilor, mecanica solurilor și probleme de fundație, probleme cu privire la clădirile foarte înalte și prefabricatele din panouri mari, tehnici de calcul al betonului precomprimat etc.

Conferințele sînt ținute de ingineri specialiști în subiectul tratat. Stagiile grupează aproximativ 40 de auditori și se reiau pînă cînd toți inginerii care și-au manifestat intenția de a le urma au putut fi admiși.

Pot face obiectul acestor stagii și subiecte care nu privesc structura, cum este, de exemplu, cazul tehnicilor de încălzire și de condiționare a aerului, astfel încît localurile construite pentru a primi pe inginerii stagiari (săli de conferință, restaurante, hoteluri) sînt aproape în permanență ocupate.

În al doilea rînd s-a creat ,,Societatea pentru difuzare" a Institutului tehnic, în scopul de a pune la dispoziția inginerilor articolele și lucrările cele mai potrivite pentru a-și putea perfecționa pregătirea. Este vorba, în primul rînd, de Analele Institutului tehnic de construcții și lucrări publice, care țin pe inginer în parmanență în curent cu noile tehnici de calcul și execuție. În această privință, trebuie să ne exprimăm recunoștința către eminenții noștri colegi români, care au binevoit să participe la această publicație și să împărtășească știința și experiența lor inginerilor francezi.

Studiile lor sînt extrem de apreciate în Franța, atît din cauza înaltei lor ținute științifice, cît și din cauza caracterului practic și constructiv al obiectului lor. Aceasta subliniază preocuparea comună atît inginerilor români, cît și celor francezi de a pune știința în slujba eficacității.

Societatea de difuzare editează de asemenea lucrări referitoare în special la diferitele specializări din domeniul construcțiilor civile. Astfel, în anii 1967 și 1968 s-au editat următoarele lucrări :

— Mecanica solurilor și a șoselelor ;

— Ghid al betonului armat, revăzut conform noilor prescripții ;

— Aplicații de rezistența materialelor ;

— Ghid practic pentru folosirea cimenturilor ;

— Structura suporturilor pentru acoperiri de etanșeitate ; pentru a nu cita decît lucrările mai importante.

Institutul tehnic pune de asemenea la dispoziția inginerilor o bibliotecă care cuprinde numeroase lucrări și reviste din toată lumea. Aceste diverse documente sînt înregistrate într-un fișier care posedă în momentul de față mai mult de 500 000 de bibliografii.

În sfîrșit, pentru promovarea dezvoltării tehnicilor proprii construcțiilor și lucrărilor publice, Centrul de studii superioare al institutului tehnic a creat un ciclu de conferințe săptămînale tratînd subiecte de actualitate privind metodele de calcul și execuție. El organizează de asemenea colocvii, ședințe de proiecție de filme, precum și vizite pe șantiere.

În vederea acestui lucru ați binevoit a primi, acum cîteva luni, o delegație de ingineri francezi, care au putut astfel profita de experiența colegilor lor români în cursul colocviului care a fost organizat cu subiectul ,,răcirea betonului în construcții masive". Acești ingineri au putut de asemenea vizita barajul de la Porțile de Fier și au putut astfel constata gradul de înaltă tehnicitate al României, atît în ceea ce privește concepția, cît și realizarea acestei mari opere de o excepțională amploare. Descrierea acestei lucrări remarcabile a făcut obiectul unui articol foarte mult apreciat de Analele Institutului tehnic, iar inginerii francezi ar fi foarte fericiți să mai audă vorbind despre această realizare pe colegii lor români.

În cele ce au precedat nu am descris decît realizările organizate și însuflețite de profesiunea noastră în scopul de a asigura formarea permanentă a inginerilor. Numeroase inițiative particulare, care sînt încurajate, încep să ia naștere în acest sens. Cea mai bună probă sînt unele lucrări tehnice traduse și editate în Franța și care constituie pentru inginerii francezi un ghid prețios atunci cînd este vorba să aleagă soluția cea mai sigură, cea mai economică și cea mai elegantă.

Cercetările din Franța în domeniul construcțiilor de beton armat și de beton precomprimat*

J. Perchat

Directorul Serviciului de reglementări la Uniunea tehnică națională de beton armat și de tehnici industrializate

SCURTĂ PRIVIRE ASUPRA ORGANIZĂRII CERCETĂRII ÎN FRANȚA

În industrie, lucrările de cercetare sînt organizate, fie cu caracter izolat, fie cu caracter de cooperare, cu sau fără intervenția statului.

Laboratorul sau serviciul de cercetare, dependent de o singură întreprindere, este subvenționat din resursele proprii ale întreprinderii.

Cînd organizația de cercetare este comună mai multor întreprinderi, ea poate fi afiliată unei organizații sindicale sau unui organism public sau particular, care-i asigură fondurile de funcționare ; ea mai poate funcționa ca societate comercială constituită în acest scop.

---

* Conferință ținută în cadrul ,,Zilelor româno-franceze", București, 19–21 septembrie 1968.

Pentru a-și uni eforturile în domeniul cercetării de tehnică aplicată, organizațiile particulare pot constitui asociații în baza unei legi din 1901. În acest caz, funcționarea asociației, care nu trebuie să urmărească vreun scop lucrativ, este asigurată prin cotizații de la întreprinderile pe care le deservește.

O organizație de cercetare mai poate adopta statutele unei legi din 1948 cu privire la centralele tehnice industriale, care suscită și coordonează inițiativele particulare și antrenează la lucrările lor ansamblul de unități industriale dintr-o anumită ramură. Ele organizează și dotează laboratoarele și serviciile experimentale necesare efectuării studiilor și cercetărilor. Aceste centrale, al căror caracter este particular, dispun de autonomie administrativă și financiară, însă sînt supuse controlului statului. Cea mai mare parte din fondurile lor provin din cotizații, care sînt obligatorii pentru unitățile industriale interesate.

Independent de lucrările efective de cercetare, activitatea unor organizații este orientată spre lucrări de documentare, învățămînt, asistență tehnică și studii speciale în beneficiul unităților industriale.

Pentru a-și îndeplin rolul, Uniunea tehnică interprofesională (U.T.I.)* dispune, pe de o parte, de servicii proprii și pe de altă parte de organizații tehnice autonome juridic și financiar, a căror activitate este coordonată de U.T.I. cu activitatea serviciilor proprii. Cele două organizații care se ocupă cu cercetări privind betonul armat și precomprimat sînt:

— Centrul experimental de cercetare și studiu pentru construcții și lucrări publice (CEBTP) și

— Institutul de cercetări aplicate ale betonului armat (IRABA).

CEBTP face cercetări teoretice și experimentale, încercări și studii privind: materiale de construcție de orice natură, terenuri de fundație, structuri și modele. IRABA stabilește programele de cercetări teoretice și aplicate în domeniul betonului armat, betonului precomprimat și al fabricării industriale a elementelor de beton și utilizează rezultatele pentru informare, învățămînt și perfecționare tehnică.

CEBTP dispune de laboratoare la Paris și în mai multe orașe din Franța și utilizează în colaborare cu IRABA instalațiile și mijloacele tehnice ale Centrului de încercări pe structuri (CES) situat în apropiere de Paris, la Saint Rémy-les-Chevreuse.

RAPORTUL DINTRE CERCETARE ȘI PRESCRIPȚII

În cazul cercetărilor aplicate este necesar ca rezultatele obținute să fie făcute cunoscute întreprinderilor prin recomandări practice care să precizeze stadiul realizat, să constituie documente practice de lucru pentru întreprinderi și să servească drept bază de discuții la elaborarea prescripțiilor. Aceste recomandări trebuie actualizate pe măsura progresului realizat de cercetările în domeniul respectiv.

În acest mod acționează, pe scară internațională, Comitetul European pentru Beton (CEB), care impulsionează cercetările actuale în diverse laboratoare și organisme europene și în mod special în cele din cadrul IRABA.

CEB, înființat din inițiativă franceză, are ca obiectiv:

— să apropie concepțiile inginerilor din diferite țări;

— să sintetizeze rezultatele cercetărilor efectuate în întreaga lume;

— să încerce a unifica regulile de calcul din diferite țări.

Rezultatele lucrărilor acestui comitet sînt aduse la cunoștința membrilor delegați și corespondenți prin buletine informative.

De la înființarea sa, în 1953, comitetul a organizat consfătuiri aproape în fiecare an, în diferite orașe europene. La consfătuirea din acest an, de la Lausanne, delegatul României, prof. ing. C. Avram, a exprimat dorința de a deveni membru delegat al comitetului; această candidatură fiind acceptată, și România face parte de acum înainte din CEB.

Discuțiile care au avut loc în cadrul CEB au fost fructuoase, încheindu-se în 1964 cu publicarea unor ,,Recomandări practice unificate pentru uzul constructorilor".

Aceste recomandări pentru beton armat se bazează pe considerarea stărilor limită și cuprind principii utile diverselor țări, la redactarea regulamentelor proprii.

Mai sînt, desigur, lacune și incertitudini care impun continuarea cercetărilor în direcțiile respective, motiv pentru care sarcina CEB nu a putut fi considerată îndeplinită prin publicarea recomandărilor.

La Napoli, în 1962, cu ocazia congresului Federației Internaționale de Precomprimare (FIP), s-a constituit un comitet mixt FIP-CEB pentru a redacta ,,Recomandări practice pentru calculul construcțiilor precomprimate". O redactare provizorie a fost prezentată la Congresul FIP din iunie 1966 de la Paris.

Acest document definește trei clase de beton precomprimat:

— clasa I, pentru betonul total precomprimat, la care apariția fisurilor nu este admisă;

— clasele a II-a și a III-a, pentru betonul parțial precomprimat; la clasa a II-a, fisurarea este tolerată dacă nu prezintă inconveniente grave, pe cînd la clasa a III-a este acceptată ca un fenomen normal.

Apariția acestor două clase și mai ales a clasei a III-a va duce la noi cercetări, cu referire în special la riscurile de corodare a armăturilor și la fenomenele de oboseală.

Este de menționat că o extindere a acestei clasificări a fost propusă de prof. Avram la Lausanne. Clasa a IV-a, referindu-se la betonul armat obișnuit, această extindere prevedea a se crea clasa a V-a pentru betonul foarte slab armat și clasa a VI-a, pentru betonul simplu. Pentru aceste noi clase, CEB are de stabilit recomandări adecvate.

Obiectivele CEB la Lausanne erau acelea de a revizui recomandările practice din 1964 și de a pregăti o sinteză a acestor recomandări cu acelea ale comitetului mixt FIP-CEB.

Ca urmare a intervenției prof. D. Dumitrescu la Congresul FIP din Paris, se știe acum că în România s-au elaborat încă din 1960 norme de calcul pentru elemente de beton nearmat, beton armat și beton precomprimat, constituind un document unic, bazate pe metoda de calcul la stările limită.

În Franța, situația este diferită. S-a considerat că este preferabil să se mențină pentru moment, dată fiind aplicarea generalizată, procedeele tradiționale de calcul al eforturilor în stadiul elastic și de a limita valoarea eforturilor. Noile reguli pentru calculul betonului armat, publicate în acest an, sînt redactate în acest spirit, însă calculul clasic a suferit o serie de modificări pentru a se ține seamă de elementele mai sigure din principiile elaborate de CEB, ceea ce duce la economii comparabile cu acelea care se pot obține prin calculul la stările limită.

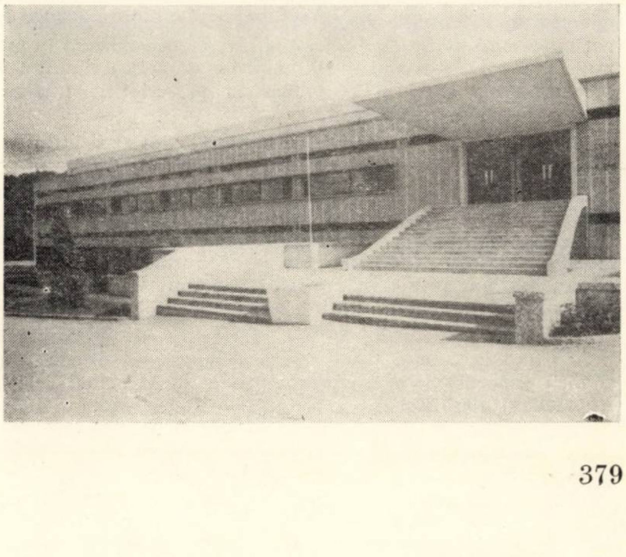
Dimpotrivă, noile prescripții pentru calculul betonului precomprimat, în curs de elaborare, se orientează spre adoptarea principiilor de calcul la stările limită din recomandările FIP-CEB.

CERCETĂRILE ÎN DOMENIUL BETONULUI ARMAT ȘI AL BETONULUI PRECOMPRIMAT

Avînd în vedere că numai la CEBTP și IRABA, lista de cercetări în curs de efectuare sau prevăzute în planul pentru următorii patru ani cuprinde 82 de titluri, în cele ce urmează se va prezenta numai o sumară listă de teme.

Materiale. Studiul proprietăților fizice, mecanice și reologice ale materialelor cuprinde un mare număr de teme de cercetare, dată fiind evoluția rapidă și constantă a producției.

Fig. 1 — Centrul de încercări pe structuri (CES) de lîngă Paris. Fațada principală



---

* Uniunea întreprinderilor de construcții din Franța.

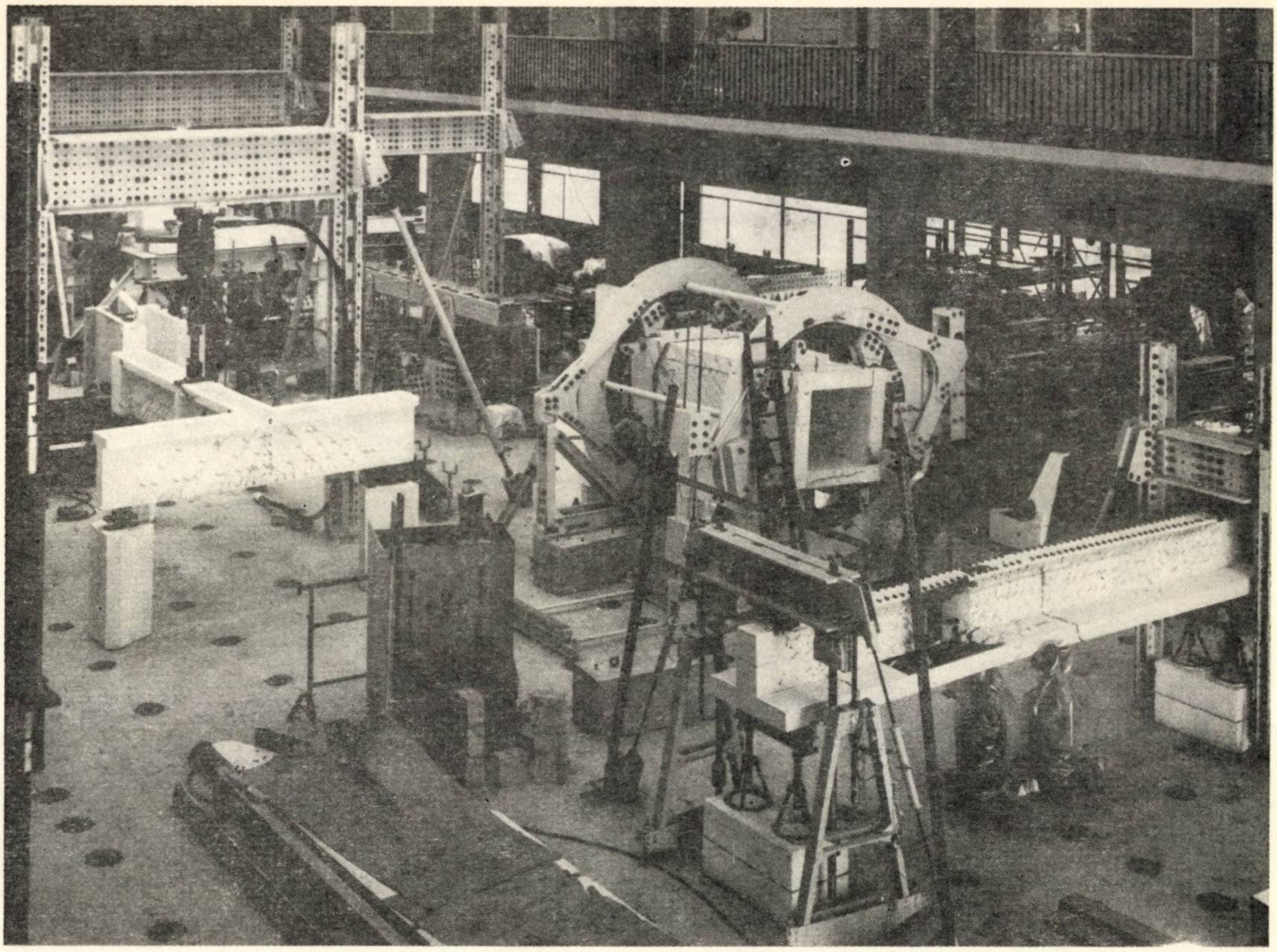


Fig. 2 – Centrul de încercări pe structuri (CES). Vedere generală a halei de încercări

a) **Beton**

Calculul betonului precomprimat necesită o cunoaştere cît mai cuprinzătoare a proprietăţilor betonului. Orice deformaţie fără încărcare (din contracţie) sau sub încărcare (deformaţie instantanee urmată de fluaj) antrenează o pierdere din efortul iniţial de precomprimare.

Contracţia este studiată de CEBTP de 25 de ani. Rezultatele cercetărilor privind influenţa umidităţii mediului, compoziţiei betonului şi a temperaturii au fost larg publicate. Cel mai recent studiu se referă la influenţa dimensiunilor epruvetelor.

Fenomenul curgerii lente este studiat de CEBTP tot de 25 de ani, precum şi la Laboratorul central de poduri şi şosele şi în cadrul CERILH. Principalii factori care influenţează fenomenul sînt acum bine cunoscuţi : umiditatea mediului, compoziţia betonului, vîrsta la data încercării şi durata de acţiune a încărcării. Toate acestea sînt cuprinse acum în formule mai mult sau mai puţin empirice ca acelea figurînd în recomandările CEB şi reproduse în prescripţiile franceze pentru beton precomprimat.

Mai sînt însă unele aspecte de lămurit, cum ar fi influenţa dimensiunilor epruvetelor, care este studiată de CES.

De remarcat, însă, că toate datele de care se dispune în prezent asupra contracţiei şi fluajului sînt furnizate de cercetări efectuate în laborator şi că prea puţine sînt măsurătorile efectuate pe structuri reale sau pe epruvete turnate o dată cu acestea, pentru a urmări evoluţia în timp a deformaţiilor betonului în timpul executării lucrărilor şi apoi în exploatare.

Asemenea măsurători au fost efectuate de Laboratorul public de încercare şi studii din Casablanca, cu ocazia construirii podurilor de beton precomprimat de la Rabat-Salé şi Ait-Melloul din Maroc.

În prezent, CEBTP efectuează măsurători de deformaţii la două poduri de beton precomprimat : la podul Ponthierry de peste Sena, unde măsurătorile au început acum şapte ani, şi la podul Moossou din Coasta de Fildeş, unde măsurătorile continuă de cinci ani.

Construcţia recipientelor precomprimate ale reactoarelor nucleare impune cunoaşterea proprietăţilor betonului precomprimat la temperaturi înalte. În acest scop, CEBTP face cercetări şi a pus la punct dispozitivele pentru încercări privind compresiunea şi măsurarea fluajului la temperaturi înalte. Alte încercări foarte importante pentru calculul recipientelor reactoarelor nucleare vor fi făcute în curînd cu privire la condiţiile în care se poate rupe sau deforma betonul sub diferite stări de eforturi triaxiale.

Comisia specială a FIP a cerut ca CEBTP să studieze condiţiile de punere în lucrare a betoanelor cu rezistenţe foarte mari. Acest studiu, în curs de efectuare, a dus la obţinerea unor rezistenţe la compresiune mai mari de 1 000 kg/cm^2, prin combinarea vibrării cu presiune de ordinul 7 kg/cm^2 şi cu tratament în autoclavă la 200°C.

O serie de rezultate sînt aşteptate în curînd în tehnica injectării la armăturile pentru precomprimare, a căror rezistenţă la coroziune este condiţionată de calitatea protecţiei realizate. Centrul de studii şi cercetări al industriei de lianţi hidraulici (CERILH) studiază în prezent noi cimenturi pentru injecţii. Se aşteaptă ca aceste cimenturi să poată fi puse în lucrare cu un raport apă/ciment foarte redus şi în consecinţă să aibă o contracţie de ordinul 1/3 din aceea a cimenturilor obişnuite.

Laboratorul central de poduri şi şosele lucrează la aceeaşi problemă, urmărind reducerea cantităţii de apă, fără a reduce însă fluiditatea produsului de injecţie, prin încorporarea de răşini epoxidice.

b) Oţeluri

În afara unor încercări privind coroziunea, oţelurile pentru beton armat, a căror utilizare este subordonată unor agremente prealabile, constituie obiectul numai al unor încercări de rutină, privind verificarea calitativă în raport cu prevederile normelor.

Fenomenele de relaxare la oţelurile pentru beton precomprimat sînt studiate la CEBTP din 1946. Metoda utilizată este aceea a măsurării frecvenţei de vibrare transversală a unui fir sau cablu, din care se deduce efortul de întindere pe baza unei etalonări prealabile. Interpretarea măsurătorilor de relaxare cere ca punerea în stare de tensiune să fie făcută în condiţii diferite cu deosebită precizie.

Institutul de cercetări al siderurgiei (IRSID) face cercetări privind coroziunea sub efort a firelor de precomprimare. Aceste cercetări au arătat că un tratament prealabil de suprafaţă, prin sablare, poate ameliora în mare măsură rezistenţa la coroziune a firelor aflate în stare de efort.

Efectele coroziunii maxime sînt studiate pe grinzişoare precomprimate cufundate în apă marină din 1962 şi care în prezent se prezintă, practic, intacte. Aceste încercări nu sînt însă total concludente, deoarece grinzişoarele nu sînt supuse la vreo încărcare. De aceea vor fi începute noi încercări pe grinzi supuse la cicluri de încărcare-descărcare.

c) Beton armat

Studiile privind comportarea structurilor la diferite solicitări sînt efectuate la Centrul de încercare a structurilor (CES) înfiinţat în 1961.

Încercările sînt efectuate pe o platformă constituită dintr-o dală (16 × 30 m şi 1 m grosime) de beton precomprimat rezemată şi pe două culee, care la rîndul lor reazemă pe un radier de 1 m grosime. Ansamblul dală-culee-radier, solidarizat prin precomprimare, formează un cadru închis, rigid şi puternic pe care se pot realiza încercări la scară mare: se pot astfel încerca structuri de diferite dimensiuni (pînă la 30 m lungime) solicitate la o încărcare de aproape 1 000 t.

Dala este străbătută de numeroase canale verticale metalice dispuse pe o reţea cu latura de 1,25 m, destinate ancorării tijelor pentru prelucrarea reacţiunilor instalaţiilor de încărcare, care pot fi amplasate pe dală în poziţii foarte diferite. În dreptul fiecărui canal se poate prelua un efort de 100 t.

Dintre încercările în curs se citează în primul rînd încercările pe dale de planşeu.

Conform recomandărilor practice ale CEB, dalele pot fi calculate pe baza teoriei liniilor de rupere a profesorului Johansen. CEB a considerat însă necesare verificări experimentale pentru extinderea teoriei la cazul utilizării armăturilor de oţel ecruisat şi pentru generalizarea ei ţinînd seamă de influenţa tasării reazemelor asupra comportării dalelor.

Începînd din 1961 s-au încercat, sub încărcare uniform distribuită, dale pătrate cu latura de 2,70 m, armate cu oţel-beton de înaltă rezistenţă şi cu diverse condiţii de rezemare:

— simplă rezemare pe contur, colţurile fiind neancorate;

— simplă rezemare pe contur, colţurile fiind ancorate;

— rezemare pe colţuri;

— simplă rezemare pe grinzi de contur, colţurile fiind ancorate.

Armăturile au fost dispuse, fie paralel cu laturile, cu repartizare uniformă şi neuniformă, fie pe diagonală. La toate dalele s-a constatat o încărcare de rupere practic egală şi valabilitatea mecanismului de rupere conform teoriei lui Johansen.

La dalele fără grinzi pe contur, simplu rezemate, s-a observat un efect de membrană care sporeşte cu circa 50% rezistenţa lor în raport cu previziunile teoretice.

La dalele cu grinzi pe contur, comportarea este influenţată de raportul rezistenţelor la încovoiere ale dalei propriu-zise şi ale grinzilor.

La dalele rezemate pe colţuri, parametrul variabil l-a constituit dispunerea armăturii suplimentare în apropierea feţei încărcate. Încercările au permis să se precizeze că ruperea la colţuri se produce la forţe tăietoare.

Pentru completarea cunoştinţelor privind traseul liniilor de rupere şi dispoziţia optimă a armăturilor la dale oblice simplu rezemate numai pe laturile lungi s-au încercat şase dale avînd unghiul ascuţit de 45°. Încercările au arătat că teoria liniilor de rupere este aplicabilă şi la acest tip de dale şi că în colţurile obtuze este necesar să se prevadă două plase de armătură longitudinală, precum şi armături pentru preluarea forţelor tăietoare.

Cercetări în curs urmăresc verificarea teoriilor actuale asupra flambajului stîlpilor. În recomandările practice ale CEB s-a adoptat metoda de calcul la flambaj propusă de dr. A.A.S. Jakobsen din Oslo, care a arătat că pe baza condiţiilor de rupere a unui stîlp se poate calcula săgeata sa maximă în momentul ruperii. Eforturile de rupere sînt deci cunoscute şi rezistenţa se evaluează prin procedeul de calcul la rupere al secţiunilor solicitate la încovoiere compusă.

În instrucţiunile franceze, acest procedeu de calcul a fost transpus în metoda clasică.

Inginerul francez Faessel a pus la punct o altă metodă de apreciere a încărcării de flambaj la stîlpii de beton armat cu plan de simetrie articulaţi la capete şi încărcaţi cu aceeaşi excentricitate la extremităţi.

Această metodă, fundamentată pe o reprezentare geometrică simplă, prezintă avantajul că se pretează cu uşurinţă calculului cu ajutorul ordinatoarelor. Ea a fost verificată la încercarea a 165 de stîlpi şi a dus la obţinerea unor rezultate cu totul satisfăcătoare, ca şi în cazul stîlpilor de lungime mare şi secţiune în formă de U încercaţi de IRA.

Referitor la înnădirile prin aderenţă ale barelor solicitate la întindere, recomandările CEB şi instrucţiunile franceze prevăd dispunerea de armături transversale sau de „coasere" în zonele de îmbinare, calculate pe baza generalizării teoriei reţelelor a lui Ritter-Mőrsch.

Pentru a se face economie de oţel, prin reducerea lungimii de ancoraj şi a armăturilor de „coasere", IRA a efectuat încercări pe prisme solicitate la tracţiune, avînd ca parametri variabili: poziţia relativă a barelor, traseul armăturilor de „coasere", diametrul şi distanţa interax a barelor.

În legătură cu problema mult controversată a forţelor tăietoare, studiată pînă în prezent numai pe grinzi cu secţiune rectangulară, şi simplu rezemate, CES a efectuat încercări luînd în considerare: diferite moduri de dispunere a barelor ridicate, grinzi cu inima subţire, console scurte, grinzi-pereţi, momente de încovoiere concomitent cu forţe tăietoare la reazemele grinzilor continue şi rezemarea reciprocă a grinzilor care se intersectează.

Încercările au arătat că pentru a traduce în eforturi unitare scurtările măsurate pe diagonală în zona betonului comprimat, decupat de fisurile oblice, este necesar să se utilizeze curbele efort-scurtare determinate pe prisme supuse pe o parte la compresiune şi pe direcţie perpendiculară la întindere, şi nu pe cilindri solicitaţi la compresiune simplă.

Au fost încercate grupuri de cîte trei blocuri de beton:

— blocuri de beton simplu supuse la compresiune verticală;

— blocuri armate orizontal şi comprimate vertical;

— blocuri armate orizontal, solicitate simultan la compresiune verticală şi la tracţiune orizontală, acţionînd asupra armăturilor.

S-a constatat că deformarea acestora din urmă este cu 50% mai mare decît a blocurilor solicitate numai la compresiune şi că la aplicarea teoriei reţelelor pentru determinarea eforturilor de compresiune pe diagonală în beton este necesar să se ţină seamă de acest fapt.

Interesul cercetărilor privind consolele scurte a fost relevat în 1963, la colocviul CEB de la Wiesbaden.

Ruperea la forţe tăietoare a acestor console se produce în zona comprimată, cînd momentul, fiind redus, şi comprimarea secţiunii este insuficientă. Cercetări în curs studiază în continuare efectul armăturilor. Primele rezultate obţinute arată că la console avînd lungimea mai mare decît jumătate din înălţimea consolei, comportarea nu este influenţată dacă barele sînt dispuse la fibra întinsă sau sînt repartizate pe înălţime. Pentru console foarte scurte, calculul şi repartizarea barelor după regula coaserii duc la sporuri considerabile de rezistenţă.

Pentru grinzile-pereţi, instrucţiunile franceze duc la o armare complexă de bare ridicate, care, probabil, nu pare a fi cea mai adecvată.

Dispuneri diferite pe reţea ortogonală au fost propuse de prof. Leonhardt la Stuttgart. Pe baza acestor propuneri, dl. Albigès a redactat un proiect de recomandări pentru calculul grinzilor-pereţi, care a fost prezentat la reuniunea CEB de la Lausanne. Încercări sînt în curs la IRA pentru a stabili dacă nu este posibilă o şi mai favorabilă dispunere a armăturilor.

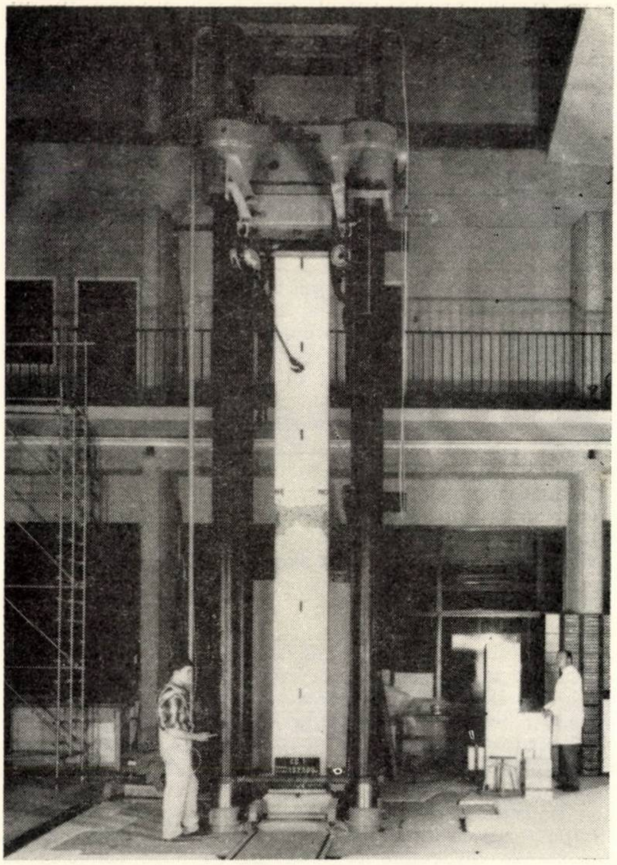
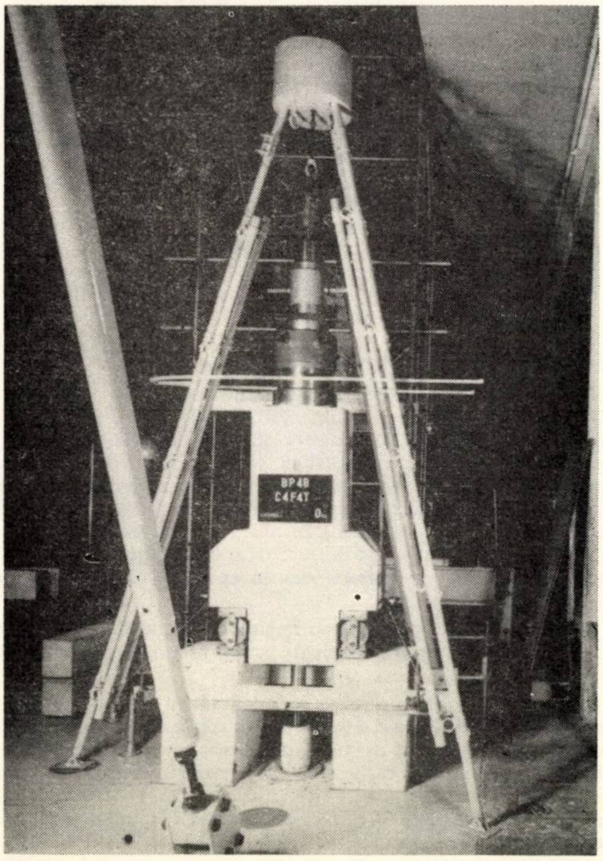


Fig. 3 – Flambarea unui stîlp înalt de 5 m

Fig. 4 – Încercarea unor console scurte



În zona de rezemare a grinzilor continue este posibil că rezistenţa zonei comprimate la forţe tăietoare să fie redusă în cazul unei compresiuni excesiv de mari.

Studiul a început prin încercări pe elemente izostatice, la care s-a variat concomitent compresiunea din moment de încovoiere şi compresiunea din forfecarea datorită forţei tăietoare. Aceste încercări au arătat că teoria reţelelor duce la o supradimensionare. De aceea, la Lausanne s-au făcut noi propuneri, conform cărora teoria reţelelor trebuie considerată ca un model simplificat şi procentul de armătură transversală trebuie afectat de un coeficient subunitar pentru a reduce acoperirea la forţe tăietoare.

★

O altă sursă de cercetări o constituie construcţiile din panouri mari prefabricate din beton armat, pentru care CEB a publicat recomandări practice în 1967.

Contravîntuirea acestor construcţii se obţine prin solidarizarea succesivă a panourilor. În sens vertical se realizează legături pe marginile panourilor, în rostul în care se ancorează barele ieşinde din panouri. Rostul însuşi este armat cu o spirală de oţel de înaltă rezistenţă pusă în lucrare prin înşurubare. În sens orizontal se toarnă planşee sau centuri transversale pentru a asigura lucrul de şaibă rigidă orizontală.

Dacă legăturile au o deformabilitate redusă, calculul eforturilor se bazează pe metodele elasticităţii ; dacă ele sînt susceptibile a se plastifia, calculul se bazează pe teoria corpurilor rigide-plastice şi pot fi considerabil simplificate.

Studiul experimental al diferitelor tipuri de îmbinări prezintă deci un interes deosebit.

S-au efectuat trei serii de încercări privind :

— îmbinarea panourilor coplanare, urmărindu-se comportarea diferitelor tipuri de îmbinări la forfecare pură ;

— încercările cu solicitare statică şi repetate au avut ca element variabil forma suprafeţei laterale a panourilor : plană, ondulată, crenelată sau striată. Încercările au dus la abandonarea îmbinărilor cu feţe plane, prea deformabile şi cu rezistenţă slabă, precum şi a celor cu feţe ondulate, care fisurau la solicitări reduse ; ele se continuă cu celelalte tipuri de forme pentru determinarea dispoziţiei optime a armăturilor de legătură din rost ;

— îmbinarea panourilor la colţuri, urmărindu-se completarea studiului rosturilor verticale. Încercările se efectuează prin torsionarea unui tub cu secţiune pătrată format din patru panouri îmbinate prin patru îmbinări la colţuri.

Maşina de torsionare utilizată în acest scop va servi apoi la executarea unui program de încercări la torsiune pe piese de beton armat, problemă care preocupă CEB.

Relativ la rezistenţa la lunecare a planşeelor care formează şaibe rigide, încercările constau în supunerea unei serii de panouri de planşeu asamblate la încărcări opuse şi decalate. Parametrii variabili sînt : distanţa dintre punctele de acţionare a preselor, distanţa interax a pereţilor portanţi, lăţimea panourilor şi modul de armare. Datorită faptului că deformaţiile sînt foarte reduse şi ruperea are caracter brutal, se înclină a afecta îmbinările dintre panourile de planşeu cu un coeficient de siguranţă sporit.

d) Beton precomprimat

Dintre încercările mai vechi efectuate de CES se amintesc :

— Încercarea unui cadru, care a arătat că repartiţia momentelor de încovoiere nu este conformă repartiţiei elastice decît la încărcări foarte mici şi că redistribuirea momentelor se produce la începutul fazei de fisurare, adică înaintea fazei de plastifiere.

— Încercări pe dale pătrate simplu rezemate pe contur, avînd colţurile fixate, încărcate uniform şi armate cu sîrmă Ø 7 mm, unse (neaderente). Parametrii variabili au fost : procentul de armare, efortul iniţial de întindere şi precomprimarea medie a dalelor. Ruperea dalelor s-a produs conform teoriei lui Johansen.

— Încercări pe grinzi cu secţiunea rectangulară sau în I, cu inimă subţire, armate cu cabluri rectilinii, cu teaca injectată sau liberă ; pentru a determina modul de lucru al etrierilor, formarea şi înclinarea fisurilor, încărcarea s-a făcut la încovoiere circulară.

— Încercări pe machete de dale pătrate boltite cu latura de 1,20 m, precomprimate pe contur cu 4 sîrme Ø 5 mm, cu reazemele încastrate şi încărcate uniform. Încercările au arătat o bună concordanţă cu teoria lui Johansen, în cazul dalelor cu grosime constantă.

Mai recent, un model la scară redusă de viaduct urban a fost realizat la CES de CEBTP sub direcţia Serviciului de poduri şi şosele al departamentului Sena. Acest viaduct este acela pe care se face accesul la podul Choisy le Roi.

El este constituit dintr-o dală continuă cu trei deschideri, cu grosimea variabilă în secţiunea transversală şi rezemată pe patru pile la distanţă de 26 şi 30 m.

Modelul la scara 1/4,64 a avut două deschideri, cu o lungime totală de 15,50 m. Încercările au permis să se evidenţieze un coeficient de siguranţă satisfăcător, atît la fisurare, cît şi la rupere.

În afara acestor încercări pe elemente de beton total precomprimat, care se încadrează în cl. I în cadrul recomandărilor FIP-CEB, se vor face încercări pe grinzi parţial precomprimate (cl. a II-a şi a III-a), pentru a se studia deformabilitatea, fisurarea, influenţa încărcărilor repetate. Un program de încercări la oboseală cu cicluri lente a fost deja stabilit, pentru a completa încercările efectuate cu cicluri rapide la Universitatea din Lyon. Parametrul variabil este procentul de armare : 0...100%.

Încercări de rupere la oboseală au fost efectuate de CEBTP pe trei serii de cîte patru grinzi, diferenţiate prin valoarea efortului permanent de întindere din armături.

La aceste încercări, ruperea s-a produs ca urmare a obosirii armăturilor întinse, fără ca betonul să sufere degradări importante. Amplitudinea ciclurilor care au provocat ruperea a fost independentă de efortul permanent de întindere de ordinul 15 kg/mm^2, însă numărul ciclurilor, de peste 1 milion, creştea o dată cu efortul de întindere.

În încheiere mai sînt de menţionat cercetările cu privire la îmbrăcămintea drumurilor (pistelor) de beton precomprimat efectuate la LCPS şi studiile experimentale întreprinse sub conducerea Comisariatului pentru energia atomică pe un cheson de beton precomprimat la scara 1/10 şi a cărui comportare a fost satisfăcătoare pînă la temperaturi de 200°C menţinute timp de 9 luni.

Marile ansambluri de locuinţe şi industrializarea construcţiilor în Franţa*

P. Charlet

Directorul Asociaţiei programelor pluriannuale pentru locuinţe (A.P.P.L.)

Distrugerile provocate în special de aviaţie, în timpul războiului din 1939—1945, au lovit mai ales oraşele, centrele industriale, nodurile de cale ferată, instalaţiile portuare, căile ferate şi drumurile, adică elementele vitale ale infrastructurii economice a ţării.

Bilanţul în domeniul locuinţelor : 400 000 de apartamente distruse total, 1 100 000 de apartamente reparabile, cartiere întregi pulverizate în porturile le Hâvre, Brest, Caen, Saint-Nazaire, Rouen, Lorient, Dunkerque, precum şi în oraşe interioare, ca Amiens, Beauvais, Saint Dié, Tours etc.

După primul război mondial, o politică demagogică de blocare a chiriilor şi care a durat 20 de ani, a interzis practic investiţiile imobiliare de asemenea manieră încît activitatea constructorilor se limita la lucrări de mică importanţă şi de întreţinere.

Perioada de stagnare demografică şi într-o oarecare măsură şi economică din anii dinaintea războiului nu a provocat nici o activitate în domeniul imobiliar.

Patrimoniul imobiliar francez din 1945, cînd existau circa 12 milioane de apartamente, cuprindea 40% apartamente construite înainte de 1871, 38% construite între 1871 şi 1914 şi 22% între 1915 şi 1939. Deşi în ansamblu de bună calitate în ceea ce priveşte structura, acest patrimoniu era în majoritate vetust şi lipsit de confort.

După 1945, efortul naţional a fost dirijat spre reconstrucţie, cu toată grava lipsă de materiale : oţel, lemn, ciment.

Amploarea şi concentrarea distrugerilor au impus abandonarea soluţiilor de reconstrucţie individuală, în avantajul unei veritabile restructurări urbane.

Ca urmare, în multe oraşe cu clădiri vechi, mari ansambluri de locuinţe cu o nouă ţinută arhitecturală au înlocuit cartiere întregi cu străzi înguste şi clădiri de tot felul şi de diverse folosinţe. Porturile au fost mărite, s-au creat zone industriale, gările au fost înglobate într-o reţea urbană pe amplasamente mai bine alese etc.

Pe plan juridic şi legislativ a fost nevoie de multă imaginaţie pentru a crea dispoziţiile necesare care permit a afirma că reconstrucţia a fost piatra de încercare a unei politici de urbanizare de care Franţa avea urgentă nevoie.

În adevăr, creşterea populaţiei urbane în detrimentul celei de la sate a căpătat o amploare care a depăşit toate previziunile ; şocul psihologic provocat de război a dus la o răsturnare brutală a tendinţei demografice.

Între anii 1945—1962, populaţia Franţei a crescut cu 15%, adică tot atît cît în 85 de ani dinaintea războiului. În acelaşi timp, populaţia urbană a crescut cu 30%.

Ca urmare, satisfacerea necesarului de locuinţe a devenit o problemă care părea aproape de nerezolvat, ducînd, în 1950, la stabilirea unui program de construire a peste 240 000 de apartamente anual.

Acest obiect a fost atins în cîţiva ani (în 1956—1957), dar programele anuale au fost sporite continuu, pentru a depăşi 420 000 apartamente în 1967. Deşi din 1945 pînă în prezent s-au construit peste 5 milioane de apartamente, criza de locuinţe nu a fost înlăturată, încît s-a ajuns să se considere că este necesară atingerea unei cadenţe anuale de peste 500 000 de apartamente.

La acest ritm de execuţie, terenurile de construcţii din reţeaua urbană deja echipată s-au epuizat rapid şi constructorii au trebuit să-şi extindă activitatea pe vastele terenuri periferice, care le permiteau realizarea unor programe de mare amploare şi aplicarea procedeelor industriale de execuţie, de mare productivitate.

Guvernul s-a străduit, prin intervenţii directe, să creeze condiţiile favorabile industrializării în construcţii, care să ducă la sporirea productivităţii şi la reducerea costului acestora.

Concursul lansat de Ministerul Reconstrucţiei în 1948—1949, privind un grup de 200 de apartamente şi apoi de 800 de apartamente la Strasbourg, a declanşat cercetarea unor noi procedee tehnice de construcţie şi poate fi considerat ca punctul de plecare al unei evoluţii tehnice care a marcat un deosebit succes, procedeele industriale franceze, fie că se referă la prefabricare sau la monolit realizat în cofraje complexe, fiind adoptate în numeroase ţări.

În 1951—1952, statul a încredinţat unui grup de întreprinderi realizarea a 4 000 de apartamente în regiunea pariziană. A fost prima experienţă pe scară mare privind aplicarea procedeului de prefabricare grea, procedeul Camus. Statul a stabilit obiectivele economice şi a tratat contractul prin înţelegere directă, avansînd fondurile pentru construirea unei uzine de prefabricare destinată a alimenta şantierul.

Începînd din 1952, statul a acordat fonduri speciale organizaţiilor de construcţii civile care au acceptat orientarea tehnică propusă de Ministerul Construcţiilor pentru programe locale de 600—2 500 de apartamente.

---

* Conferinţă ţinută în cadrul ,,Zilelor româno-franceze", Bucureşti, 19—21 septembrie 1968.

Organizaţiile industriale auxiliare au fost invitate de Ministerul Construcţiilor să-şi organizeze în mod corespunzător producţia diferitelor elemente tip care intră în componenţa apartamentelor: uşi, ferestre, mobilier de bucătărie, echipament sanitar etc.

Astfel a fost posibil să se lanseze comenzi de mare amploare. Spre exemplu: uşi, mobilă etc. pentru 10 000—12 000 de apartamente, ceea ce a permis organizarea fabricării industriale pe bandă, cu efectul unei reduceri substanţiale a preţurilor.

În 1954—1955, Ministerul Construcţiilor a lansat concursul „milion", prin care se cerea realizarea unor apartamente cu 3 camere şi 48 m^2 arie locuibilă, la preţul de un milion de franci vechi. Acest concurs a dus la căutarea unor noi partiuri, oferind condiţii optime de locuire, dar eliminînd suprafeţele inutile, şi la încercarea unor noi soluţii tehnice, privind atît natura materialelor, cît şi punerea acestora în lucrare cît mai economic posibil, dar cu respectarea unor condiţii de calitate deosebit de severe.

În 1956, constatîndu-se că, în ciuda importului de mînă de lucru, forţa de muncă era insuficientă pentru realizarea programelor propuse, s-a lansat concursul „economisirea mîinii de lucru", care a contribuit esenţial la evoluţia spre o industrializare avansată în construcţii.

Începînd din 1959, statul a mărit fondurile acordate pentru realizarea programelor minimale de 500 de apartamente cu chirie moderată (HLM), în scopul de a ajuta întreprinderile să facă investiţiile necesare pentru aplicarea tehnicii moderne, investiţii care nu se puteau amortiza decît la un volum de lucrări de cel puţin 500 de apartamente în trei ani.

Ca urmare, obiectul Ministerului Construcţiilor nu a mai fost acela de a reduce costul apartamentelor, ci de a menţine acest cost la un nivel constant şi de a utiliza sporul de productivitate la îmbunătăţirea calităţii şi confortului apartamentelor. Acest rezultat a fost atins în cîţiva ani prin sporirea suprafeţei apartamentelor (de exemplu, la apartamentul cu 4 camere, suprafaţa a crescut de la 68 m^2 la 77,80 şi 82 m^2), îmbunătăţirea izolaţiei termice, completarea echipamentului interior, finisarea mai îngrijită a spaţiilor comune (hol, scări), înlocuirea tencuielilor şi zugrăvelilor cu materiale autolavabile (plăci de ceramică, sticlă); în ansamblu, s-a urmărit reducerea cheltuielilor de întreţinere prin utilizarea materialelor de calitate superioară.

În fine, în 1966, pentru a se face un pas înainte în domeniul industrializării în construcţii, a fost lansat concursul „programe multianuale de locuinţe". Echipelor laureate la acest concurs (cuprinzînd arhitecţi, birouri tehnice de studiu şi întreprinderi) nu li s-a mai încredinţat un program local anual, ci un lanţ de operaţii succesive totalizînd 3 000—5 000 de apartamente de realizat în decurs de 5 ani, în serie industrială, cu folosirea aceluiaşi proiect şi a aceleiaşi tehnici. Prin asigurarea activităţii continue pe timp de 5 ani cu o repartiţie constantă, s-a urmărit să se obţină noi sporuri de productivitate, de care întreprinderile au ţinut seamă cînd au participat la concurs.

Acest concurs poate fi considerat ca o împlinire a politicii de stimulare a industrializării în construcţii urmărite de guvern timp de 20 de ani.

★

Desfăşurarea eforturilor de reconstrucţie a impus intervenţii legislative privind în special organizarea mai raţională a spaţiilor urbane.

Începînd din 1953, legea greoaie privind reglementarea urbanistică din 1943 a fost amendată printr-o serie de regulamente şi dispoziţii procedurale, care au permis evitarea speculei financiare şi organizarea teritorială raţională.

Legea funciară din 1953 a dat posibilitatea de a se expropria terenurile necesare dezvoltării zonelor de locuinţe sau de obiective industriale, punîndu-le la dispoziţia constructorilor, însă numai după executarea lucrărilor de infrastructură (alimentări, canalizări, drumuri etc.).

Fondurile necesare pentru achiziţionarea şi amenajarea acestor terenuri sînt puse la dispoziţia colectivităţii de către stat, sub formă de subvenţii sau de avansuri pe termene medii.

Un decret din 31 decembrie 1958 a făcut un nou pas înainte, creînd zonele de urbanizat cu prioritate (ZUP). Pentru a se evita dispersarea fondurilor de echipare a terenurilor de construcţii în zone amplasate în diverse puncte periferice, s-a trecut la elaborarea unor studii metodice care să definească amplasamentele preferenţiale în raport cu complexul urban existent şi cu prevederile de dezvoltare.

Aceste zone preferinţeale au fost destinate pentru clădirea a mii de apartamente, cum este cazul la Toulouse, unde zona Mirail are un program de 25 000 de apartamente.

Cvartalele ZUP nu au fost concepute ca nişte zone-dormitor, aşa cum s-au realizat anterior unele cvartale, ci ca unităţi echilibrate şi complexe, cuprinzînd centre comerciale şi administrative, şcoli, case de odihnă şi tratament, clădiri culturale şi pentru cult, şi au fost conjugate cu zonele industriale, pentru a se asigura activitatea locuitorilor.

Colectivitatea locală sau organismul concesionar, care execută lucrările de expropriere şi de amenajare-echipare a teritoriului, primeşte fondurile necesare de la stat şi le rambursează la cedarea terenului, gata echipat, către întreprinderile de construcţii.

Este de menţionat neajunsul că aceste mari unităţi urbane au rămas prea dependente de colectivitatea locală pe teritoriul căreia s-au construit, datorită faptului că nu au căpătat, ca în Marea Britanie, un statut autonom pentru întreaga perioadă de realizare şi de dezvoltare.

Pe de altă parte, la unele ZUP, datorită exagerării unor lucrări de infrastructură, constructorii au avut de retrocedat sume prea mari, care nu mai puteau fi compensate în preţul fix al apartamentelor şi mulţi constructori au refuzat să mai execute lucrări în ZUP.

Recent, au fost luate dispoziţii pentru restabilirea unei situaţii normale, prin conceperea mai judicioasă a lucrărilor de echipare a terenurilor, cu participarea constructorilor, şi prin mărirea duratei de rambursare de către constructori a subvenţiilor acordate de stat, care în prezent este de 15 pînă la maximum 20 de ani.

★

La originea creării marilor ansambluri au stat două preocupări:

1. A oferi locuinţe în apropierea centrului de activitate al locatarilor. Este cazul ansamblurilor de la Lorraine din apropierea unui complex minier şi siderurgic, de la Bagnole/Ceze din apropierea pilei atomice de la Marcouls şi de la Mourenx din apropierea complexului petrochimic de la Lacq.

2. Realizarea coordonată a programelor privind construcţia de locuinţe şi de echipare urbană, integrate în vechile aglomeraţii sau în vecinătatea acestora, fără a se crea însă adevărate oraşe noi, satelit, capabile de o existenţă economică şi administrativă autonomă, cum s-au realizat în Marea Britanie.

Totuşi, pentru regiunea pariziană, a cărei populaţie poate creşte de la 9 milioane la 14 milioane înainte de anul 2000, s-a adoptat concepţia realizării unor oraşe satelit noi, care să evite aglomeraţia pariziană propriu-zisă. Schema directoare a regiunii pariziene cuprinde în consecinţă şapte oraşe noi, în principiu autonome şi care urmează a deveni poli de atracţie regională.

Se pune întrebarea, însă, dacă aceste oraşe noi, situate la 20—40 km de centrul Parisului, vor căpăta o autonomie efectivă, avînd în vedere că spaţiul care le separă de Paris este deja plin de construcţii. Poate ar trebui să se analizeze transmiterea excedentului previzibil al populaţiei pariziene în oraşele existente în bazinul parizian, situate la 60—120 km de centrul acestuia, cum ar fi Orléans, Evreux, Amiens, Beauvais etc.

★

Construirea masivă pe un acelaşi amplasament prezintă avantaje economice prea evidente pentru a fi contestată, dar este şi sursa unor efecte psihologice şi sociale care nu pot fi desconsiderate.

Numărul mare de apartamente identice duce inevitabil la o segregare a familiilor cu nivel de trai echivalent. La aceasta se adaugă segregarea sub aspectul vîrstei locuitorilor, cu o medie inferioară faţă de aglomeraţia căreia îi aparţin.

Echipamentele sociale, administrative, economice, comerciale, şcolare şi culturale se realizează totdeauna cu mari întîrzieri faţă de locuinţe, încît mult timp locatarii sînt lipsiţi de ele.

Animaţia şi raporturile umane care constituie elementul dominant al unei comunităţi urbane se creează foarte lent în ansamblurile ocupate de familii transplantate.

Un efect negativ l-a avut concepţia urbanistică şi arhitecturală care a impus ansambluri mari într-o compoziţie prea rigidă, cu planuri de masă ortogonale, cu clădiri prea lungi şi cu foarte multe apartamente, cu spaţii verzi prea mari, totul constituind un peisaj urban care nu mai era la scara omului. Un exemplu îl constituie ansamblul de la Haut du Lievre de lîngă Nancy, care cuprinde, între altele, o clădire de 400 m lungime, cu 17 etaje şi 900 de apartamente.

Această tendinţă arhitecturală încurajată de concepţia industrializării a fost denumită ,,arhitectura căii de macara". Ea a fost părăsită cu încetul în favoarea unor planuri de mase cu jocuri de volum, cu unghiuri şi decalări în plan, un număr diferit de etaje dispuse în jurul unor insule de verdeaţă, creîndu-se astfel un cadru mai intim.

După o epocă de rigiditate şi gigantism s-a ajuns însă acum la un exces de complicaţii şi supleţe, care îngreunează intervenţia tehnicii industriale a prefabricării, avînd ca efect creşterea costului construcţiilor.

În concepţia arhitecturală a clădirilor s-a ajuns la arhitectura ,,evolutivă", care abandonează liniile orizontale şi verticale şi care pune sub semn de întrebare compatibilitatea dintre forme şi obiectivele economice.

Efortul de construcţie în Franţa a fost orientat în mod esenţial către imobilele colective, clădirile individuale reprezentînd numai 30% din volumul total construit după război şi din care jumătate, la sate. Sondajele făcute în rîndul populaţiei au arătat însă că aceasta doreşte, în majoritate, locuinţe individuale.

Ca urmare, s-au dat instrucţiuni ca în cadrul marilor ansambluri să se acorde o mai mare suprafaţă pentru case unifamiliale, grupate astfel încît densitatea să fie de ordinul 20 la hectar.

Pentru etapa viitoare se pun multe întrebări. Concentrarea locuinţelor este legată neapărat de concentrarea activităţii economice? Dezvoltarea mijloacelor rapide de circulaţie individuale şi colective va duce la căutarea soluţiilor de apropiere a locuinţelor de natură? Folosirea unor noi materiale, cu eliminarea pietrei, cărămizii şi betonului, ar putea uşura această mutaţie a condiţiilor de locuire?

Se poate spune de pe acum că industria materialelor de construcţii va fabrica în uzine elemente standard pe bază de metale şi aliaje uşoare, mase plastice etc., atît pentru structură, cît şi pentru pereţii de faţadă, pereţii despărţitori, planşee, acoperişuri total finisate şi cuprinzînd tot echipamentul necesar.

Se poate concepe că aceste elemente se vor vinde constructorului pe bază de catalog şi acesta le va putea asambla în diferite moduri pentru a satisface programe dintre cele mai variate.

Dezvoltarea industriei de case mobile în Statele Unite, reprezentînd 15% din numărul de locuinţe construite anual, constituie o indicaţie cu privire la evoluţia concepţiei în domeniul locuinţelor care nu poate să fie neglijată.

CRONICĂ

Probleme actuale ale betonului precomprimat în discuţia simpozioanelor F.I.P. de la Madrid (II)*

Kl

Ing. L. Löbel

INCERC

SIMPOZIONUL ,,OŢELURI PENTRU BETON PRECOMPRIMAT"

În cadrul acestui simpozion au fost analizate diferite probleme privind oţelurile pentru betonul precomprimat. Au fost prezentate opt rapoarte generale pe temele ce se prezintă în continuare **.

1. PERFECŢIONĂRI ACTUALE ÎN CEEA CE PRIVEŞTE PROPRIETĂŢILE ŞI PRODUCŢIA OŢELURILOR PENTRU BETON PRECOMPRIMAT — raportor general dr. ing. W. Jänicke (R.F.G.)

Criteriile decisive pentru aprecierea superiorităţii unui procedeu tehnologic constau în performanţele ce se obţin în ceea ce priveşte eficienţa economică şi siguranţa în utilizare.

Reducerea preţului de cost se poate obţine, în primul rînd, prin îmbunătăţirea procesului de fabricaţie a unui anumit oţel şi prin îmbunătăţirea proprietăţilor oţelului respectiv. Această din urmă cerinţă se poate reduce la posibilitatea măririi forţei de precomprimare utile şi la simplificarea operaţiilor de prelucrare a armăturii.

În ceea ce priveşte mărirea siguranţei în exploatare, ea se realizează atît prin mărirea gradului de siguranţă al armăturii însăşi, cît şi prin siguranţa transmiterii şi menţinerii efortului de precomprimare a betonului.

Metodele şi procedeele care satisfac aceste cerinţe şi care au dus la perfecţionarea oţelurilor pentru beton precomprimat constituie obiectul raportului general.

În ceea ce priveşte sîrmele trase la rece, un procedeu economic îl constituie trefilarea continuă, în mai multe trepte, aplicabil deocamdată numai la diametre de maximum 15 mm şi condiţionată de posibilitatea sudării lingourilor astfel încît să se poată produce sîrme cu lungimi foarte mari. Întrucît în cazul utilizării unui tratament termic final — inclus în acest procedeu — proprietăţile oţelului nu sînt practic influenţate de modul de trefilare, se poate adopta pentru această operaţie procedeul cel mai avantajos.

---

* Continuarea articolului publicat în nr. 6/1969 din Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii.

** Rapoartele generale pot fi consultate la INCERC.

Tot pe aceeaşi linie a perfecţionării procedeelor tehnologice se mai prezintă :

— Realizarea în R.F.G. a unor sîrme călite şi temperate din oţeluri aliate avînd, pe lîngă un modul de elasticitate mare şi o valoare ridicată a efortului capabil la pretensionare, şi o mare rezistenţă la coroziune, cel puţin egală cu cea a sîrmelor trase la rece. Se reaminteşte că astfel de oţeluri nu sînt în prezent admise în unele ţări, printre care nici în S.U.A.

— În Japonia sînt în exploatare de peste 10 ani, fără a se observa vreo deficienţă, lucrări de beton precomprimat la care armătura pretensionată este realizată din oţeluri cu tratament termic prin inducţie şi temperate, cu diametrul pînă la 32 mm. Aceste oţeluri au o limită de proporţionalitate ridicată, o valoare redusă a pierderilor de tensiune prin relaxare şi se pretează foarte bine la formarea ghiventului de capăt la vergele (pentru înşurubarea piuliţei de blocare). Se citează de asemenea metoda semicaldă utilizată pentru capetele de vergele cu diametrul de maximum 15 mm, constînd în încălzirea rapidă cu ajutorul unor curenţi de inducţie şi apoi presare hidraulică.

— Introducerea în U.R.S.S. a tratamentului termic imediat după laminare a permis o reducere a costului de fabricaţie (prin evitarea unei reîncălziri necesare în cazul răcirii după laminare). S-au obţinut astfel vergele cu diametrul de 10—25 mm, în lungime de 12,0 m şi cu o rezistenţă de rupere la tracţiune de 120—140 kg/mm². Mai trebuie depuse eforturi pentru îmbunătăţirea oţelului în ceea ce priveşte rezistenţa la oboseală şi la coroziune.

— Instalaţia prezentată de Cehoslovacia pentru precomprimarea tuburilor cu o sîrmă aplatizată a fost considerată prea complicată.

În legătură cu mărirea forţei de precomprimare utile s-au prezentat diferite aspecte :

— S-au produs şi se produc armături (sîrme) cu diametrul din ce în ce mai mare. Astfel, în Franţa se realizează sîrmă cu diametrul de 12 mm obţinută prin trefilarea unui oţel cu diametrul de 18 mm.

Se pot obţine şi sîrme cu diametrul de 16 mm ; acestea însă ar trebui să fie livrate în colaci cu diametrul de 3,0—3,5 m, pentru a nu se produce deformaţii remanente în sîrma tratată termic. S-ar părea că la acest diametru de sîrmă (16 mm) s-a atins limita la care avantajul de a avea o sîrmă cu diametru mare este compensat de dezavantajele pe care le implică transportul şi manipularea unor colaci atît de mari. Această dificultate poate fi depăşită prin utilizarea unor sîrme laminate la cald cu secţiune necirculară (ovală), mărimea axei mici a acestei secţiuni fiind determinată de mărimea acceptabilă a diametrului colacului.

— Prin mărirea numărului şi diametrului sîrmelor în fascicule, toroane şi cabluri s-a ajuns a se realiza forţe de precomprimare de pînă la 1 000 t pe un element de armare.

— Prin laminarea toroanelor cu 7 sîrme—procedeu prezentat de firma British Ropes Limited (Anglia) — se obţin toroane — denumite ,,Dyform'' — mai compacte (spaţiul gol din toron se reduce cu 20%) la care, în afara avantajului reducerii diametrului şi al măririi rezistenţei la coroziune, se realizează şi o creştere cu 22—27% a forţei de rupere, o reducere a relaxării oţelului (sub 2% la 1 000 ore, la temperatura de 20°C şi pentru un efort iniţial egal cu 0,7 din rezistenţa de rupere la tracţiune) ; coeficientul de frecare (deci şi aderenţa cu betonul) este ceva mai mic la toroanele Dyform decît la cele obişnuite.

— În ceea ce priveşte creşterea rezistenţei de rupere a sîrmelor s-au obţinut de asemenea rezultate deosebite. În Japonia s-au realizat toroane din 7 sîrme cu rezistenţa de rupere de peste 210 kg/mm², iar în Anglia s-au produs sîrme cu diametrul de 4 mm avînd o rezistenţă de rupere de 240 kg/mm² (dar cu o ductilitate comparativ mai redusă).

— O mai bună utilizare a oţelului se poate obţine şi prin reducerea coeficientului de variaţie a rezistenţei de rupere, respectiv prin creşterea valorii sale minime probabile. Procedeul de stabilizare, utilizat în acest scop iniţial în Anglia, a fost în prezent introdus şi în Franţa şi Spania. Acelaşi procedeu, constînd în aplicarea unui tratament termic concomitent cu trefilarea oţelului — proces realizat la toroanele Dyform prin curenţi de inducţie — are ca rezultat şi o reducere sensibilă a relaxării oţelului.

Studii efectuate în Republica Sud-Africană au arătat că modulul de elasticitate al oţelului variază sensibil în lungul unui colac : de la 1,8 × 10⁶ la 2,25 × 10⁶ kg/cm². De asemenea, studii efectuate în Anglia au arătat că la cablurile confecţionate din toroane se obţine o reducere a valorii modulului de elasticitate (1,7 × 10⁶ la 1,8 × 10⁶ kg/cm²) faţă de cea determinată pe toroanele utilizate.

În legătură cu mărirea din ce în ce mai mult a rezistenţei de rupere a oţelului s-a subliniat faptul că această mărire nu este neapărat însoţită de o mărire a rezistenţei de forfecare şi de aceea pot apărea ruperi prin forfecare în armăturile curbe, în locurile în care se efectuează schimbări de direcţie mai mult sau mai puţin bruşte.

Atît din cuprinsul raportului, cît şi din discuţii a rezultat necesitatea unei strînse cooperări între producătorii de oţel şi beneficiari, în vederea eliminării cerinţelor exagerate, dar şi a asigurării unui control de calitate care să mărească siguranţa şi să reducă la minimum riscurile.

2. COROZIUNEA OŢELURILOR PENTRU BETON PRECOMPRIMAT — raportor general prof. dr. ing. G. Rehm (R.F.G.)

Raportul începe prin consideraţii generale privind importanţa şi atitudinea adoptată faţă de problema coroziunii oţelurilor din care reţinem următoarele :

,,Datorită extinderii rapide a construcţiilor de beton precomprimat, aplicaţiile tehnice au depăşit adeseori domeniul datelor experimentale, aşa încît nu s-au putut întrevedea totdeauna consecinţele. Pe de o parte, a existat tendinţa de a aplica acestor construcţii aceleaşi criterii ca la betonul armat, iar pe de altă parte, proprietăţi importante ale materialelor întrebuinţate — inclusiv oţelul — au fost adeseori sacrificate în interesul economicităţii''.

În lipsa cunoaşterii cauzelor şi condiţiilor reale ale procesului de coroziune s-au impus adeseori condiţii restrictive foarte severe. ,,Experienţa a arătat, însă, că progresul în tehnica construcţiilor — ca şi în alte domenii — este frînat de restricţiile (prea severe) impuse şi de aceea atît în practica, cît şi în ştiinţa construcţiilor trebuie — mai mult decît s-a crezut iniţial — să se acorde o mare importanţă rezolvării problemelor de bază ale tehnologiei materialelor''.

În continuare, raportul analizează, pe de o parte, ,,tipurile de coroziune, cauzele şi efectele lor asupra oţelului pretensionat şi posibilităţile de prevenire'', iar pe de altă parte, ,,protecţia suplimentară a armăturilor pretensionate cu ajutorul unui înveliş de protecţie''.

În cadrul primului grup de probleme se deosebesc următoarele tipuri de coroziune :

a) **Acţiune uniformă de coroziune.** Se consideră că, în general, pretensionarea oţelului produce o intensificare a vitezei de pierdere a metalului prin acest tip de coroziune.

Ca o consecinţă a acţiunii mediului corosiv — îndeosebi a soluţiilor de clorură — rezistenţa la rupere, alungirea limită înainte de rupere şi ductilitatea la îndoiri repetate descresc în raport cu durata de acţiune a mediului agresiv. Experimental, s-a constatat că uneori nu apare explicit influenţa pretensionării, ceea ce face să se presupună că există şi alţi factori care nu au fost luaţi în considerare.

Se remarcă faptul că, o dată cu coroziunea uniformă, apare şi coroziunea în puncte, care reduce sensibil calitatea oţelului, fapt care justifică condiţiile severe ce se impun în toate ţările industriale în ceea ce priveşte depozitarea oţelului înainte de utilizare şi respectiv înainte de realizarea protecţiei. Se desprinde ideea că în cazul unui oţel depozitat mai mult timp în condiţii incerte este necesar a se efectua, pe lîngă încercări statice, şi încercări la oboseală pentru a stabili urmările unei eventuale coroziuni.

În ceea ce priveşte betonul de protecţie, cerinţele fundamentale prevăd ca el să fie în contact direct cu armăturile şi să fie cît mai compact. Volumul porilor este admis drept un indice al compactităţii : o valoare cît mai mică a acestui indice împiedică — sau întîrzie — carbonatarea betonului. Deocamdată nu se pot preciza valori pentru volumul porilor, dar pentru medii foarte agresive se consideră că este de dorit ca acesta să nu depăşească 14 % din volumul betonului.

Grosimea minimă necesară a stratului de protecţie este în funcţie şi de compactitatea acestui strat. Se apreciază că la armăturile postîntinse, teaca constituie — în general — o protecţie suplimentară faţă de cea care se realizează la armăturile preîntinse. Dacă însă injectarea nu este corespunzătoare, acţiunea de protecţie a tecii este iluzorie.

b) **Coroziunea în puncte.** Mecanismul acestui tip de coroziune îl constituie formarea unei celule electrochimice în care zona (punctul) corodată constituie anodul, iar restul suprafeţei oţelului formează catodul. Cauzele acestui tip de coroziune sînt porozităţile locale în stratul de protecţie, fisurile din beton, existenţa unor agregate prea grosiere.

Acest tip de coroziune este categoric mai periculos decît coroziunea uniformă, de suprafaţă : el produce concentrări de eforturi care reduc în special capacitatea de deformare a oţelului şi mai puţin rezistenţa (sau forţa) de rupere.

Pentru evitarea coroziunii în puncte este necesar să se ia măsuri atente de protecţie faţă de mediul agresiv înainte de punerea în lucru a oţelului. În ultimul timp s-au luat măsuri pentru evitarea erorilor din trecut în ceea ce priveşte utilizarea clorurii sau a unor adaosuri cu compoziţii necunoscute. În unele ţări există limitări foarte severe pentru conţinutul de cloruri admis în ciment, agregate şi apă. F. Dumas (Franţa) recomandă un conţinut de maximum 0,05 % din greutatea cimentului, iar W. Schütze (R.D.G.) precizează o limită de 0,03 % pentru agregate şi apa de amestec ; în R.F.G. se admite cel mult 0,10 % la ciment, 0,03 % la apa de amestec şi 0,02 % la agregate. Aceste limite sînt admise ţinînd seama că cimentul poate fixa o anumită cantitate de clorură. Totuşi, există încă importante divergenţe de păreri în legătură cu această problemă : chiar la procente foarte reduse există posibilitatea unor concentrări locale, care pot da naştere unui proces rapid de coroziune ; pe de altă parte, se pare că procesele termice utilizate pentru accelerarea întăririi betonului au un efect stimulator asupra acţiunii corosive a clorurilor.

c) **Coroziunea sub tensiune.** Acest tip de coroziune este caracterizat printr-un proces de fisurare inter- sau transcristalină în legătură cu acţiunea simultană a unui mediu corosiv şi a efortului de tensiune. Fisurarea metalului se produce, în general, fără nici o deteriorare vizibilă pe suprafaţa exterioară.

Agenţii corosivi specifici acestui tip de coroziune sînt nitraţii, clorurile, ionii OH ş.a. Raportorul face deosebire între coroziunea sub tensiune — fenomen anodic — şi fragilizarea acidă — fenomen catodic.

Experimentările efectuate în laborator au arătat că durata de viaţă a diferitelor tipuri de oţeluri a variat în funcţie de soluţiile agresive utilizate şi de condiţiile de experimentare. Aproape la toate încercările, perioadele au fost mai scurte pentru oţelurile laminate, călite şi revenite, decît pentru oţelurile trefilate. În general însă, rapoartele prezentate nu au cuprins suficiente date pentru a permite compararea rezultatelor. Chiar pentru aceleaşi oţeluri şi în aceleaşi condiţii de experimentare, duratele de viaţă ale mostrelor au variat sensibil : încercări efectuate de Tsutoma Kanda au arătat chiar durate mai scurte pentru oţelurile trefilate.

Se consideră că, în principiu, toate oţelurile care sînt pretensionate sînt susceptibile a manifesta coroziunea sub tensiune. De aceea este necesar să se ia toate măsurile pentru a feri oţelul de acţiunea mediului agresiv. Cum această condiţie nu poate fi îndeplinită totdeauna în mod sigur, este preferabil a folosi acele oţeluri care s-au dovedit mai puţin susceptibile la coroziune în probele de laborator.

Cu tot pericolul deosebit pe care-l prezintă acest tip de coroziune, raportul arată că se cunosc puţine cazuri de accidente datorite acestui fenomen ; mai numeroase sînt cazurile datorite fragilizării acide.

d) **Fragilizarea acidă.** Fenomenul are ca agent principal constatat alumina. Cauza sa principală o constituie hidrogenul atomic care se formează la catod şi care pătrunde în structura internă a oţelului, transformîndu-se în hidrogen molecular. Acest fapt se petrece în special datorită prezenţei unor aşa-zise substanţe ,,otrăvitoare" ale catalizatorilor, care păstrează hidrogenul sub formă atomică, hidrogen care se acumulează în fisurile oţelului sau în anumite părţi care au o mare capacitate de absorbţie pentru hidrogen.

În general, majoritatea cercetătorilor sînt de părere că oţelurile laminate, călite în ulei şi revenite sînt cu mult mai sensibile la fragilizare acidă decît cele trefilate. Sînt însă opinii divergente în ceea ce priveşte susceptibilitatea la fragilizare acidă a oţelurilor pretensionate înglobate în beton de alcalinitate ridicată : E. Stolte (R.F.G.) consideră că nu există nici un pericol ; un raport prezentat de firma Dyckerhoff & Widmann arată că oţelurile cu rezistenţă sub 120 kg/mm^2 sînt practic imune la acţiunea hidrogenului atomic.

Ţinînd seama de pericolul pe care-l prezintă zonele de contact între oţelul pretensionat şi alte metale (în special aluminiu şi oţel galvanizat), se recomandă renunţarea la utilizarea ancorajelor de aluminiu.

Constatîndu-se că prezenţa sulfurilor constituie un factor foarte agravant al acestui tip de coroziune, se pune problema limitei admisibile în conţinutul de sulfuri : F. Dumas recomandă maximum 2 %. Se subliniază însă că, în anumite cazuri, chiar procente mai mici pot fi periculoase, de aceea este foarte important a se asigura un strat de protecţie cît mai eficient, prin grosimea şi compactitatea betonului.

În ceea ce priveşte protecţia suplimentară a armăturilor pretensionate cu ajutorul unui înveliş de protecţie, se arată că în prezent se cunosc diverse soluţii (emulsie de ţiţei, soluţii alcaline etc.) care însă implică mari cheltuieli şi a căror folosire nu este totdeauna posibilă (de exemplu, iarna, din cauza pericolului de îngheţ). De aceea, la utilizarea unei astfel de protecţii se pune problema : este ea posibilă şi economică?

F. Dumas recomandă utilizarea unor răşini epoxidice cu adaos de zinc sub formă de pulbere, afirmînd că o astfel de protecţie este sigură. Raportul arată însă că, la unele încercări, clorul a pătruns sub stratul de protecţie.

T. Cahill (Anglia) arată că răşinile epoxidice prezintă dificultăţi de aplicare şi sînt scumpe. El consideră că zincul prezintă pericol din punctul de vedere al fragilizării acide şi recomandă utilizarea unui strat de protecţie realizat dintr-un amestec de parafină şi fosfaţi organici.

Răşinile lucrează ca o protecţie pasivă, prin impermeabilitate : din cauza porilor lăsaţi prin evaporarea solventului, este necesar un strat de răşină în grosime de 1 mm. În cazul unor deficienţe locale există un pericol grav de dezvoltare a coroziunii în puncte, de aceea asigurarea aderenţei învelişului de armătură prezintă o importanţă deosebită.

Rămîne de asemenea de verificat durabilitatea în timp a răşinilor.

Un alt mod posibil de protecţie îl constituie galvanizarea : zincul lucrează ca anod solubil, iar oţelul neprotejat ca un catod. De remarcat că decaparea, care precede operaţia propriu-zisă de galvanizare, constituie prin ea însăşi un pericol de fragilizare acidă a oţelului. În afară de aceasta, galvanizarea (care trebuie executată într-un strat suficient de gros) antrenează cheltuieli suplimentare relativ considerabile. Acest procedeu are însă şi unele avantaje certe : galvanizarea constituie o bună protecţie a oţelului pînă la punerea în operă şi protejarea prin alte procedee (cu beton sau prin injectare) ; stratul de zinc aplicat prin galvanizare se transformă — sub acţiunea substanţelor alcaline din beton — în carbonat de zinc, asigurînd astfel o bună stabilitate a aderenţei oţelului cu betonul.

După opinia raportorului, betonul rămîne forma de protecţie cea mai sigură şi cea mai economică : practica a dovedit că dacă se acordă suficientă atenţie la alegerea cimentului, la stabilirea compoziţiei betonului (sau mortarului), precum şi la modul de punere în operă, utilizarea altor procedee de protecţie este inutilă.

În ceea ce priveşte importanţa fisurilor din beton asupra corodării armăturii, încercări efectuate de Kajfasz au arătat că fisurile fine nu au fost periculoase, deşi probele au fost menţinute în mediul agresiv timp de 13 luni. Se consideră indicat, totuşi, ca fisurarea betonului precomprimat să fie admisă numai pentru încărcări de scurtă durată. Durata de acţionare şi mărimea încărcărilor care pot depăşi pe cele corespunzătoare deschiderii fisurilor rămîne la aprecierea proiectantului, în funcţie de agresivitatea mediului, de sensibilitatea oţelului la coroziune şi de deschiderea admisă pentru fisuri.

La alegerea amestecului pentru beton trebuie să se dea atenţie reducerii porozităţii şi asigurării unei cît mai mari rezistenţe la carbonatare. Cercetări ce se efectuează în prezent privesc influenţa tratamentului termic asupra rezistenţei la carbonatare, porozităţii betonului etc.

(Urmare în nr. 9 1969)

RECENZII

INCERC : Studii şi cercetări, nr. 4/1968

1. În primul articol : ,,**Determinarea proprietăţilor dinamice ale materialelor amortizoare prin diferite metode electroacustice**'' (autori : ing. S. P. Lazăr, dr. ing. I. Făcăoaru, ing. C. Pupăzan. — Seria Încercări şi măsurări în construcţii) se prezintă foarte succint bazele teoretice şi rezultatele experimentale comparative obţinute, prin diferite metode, pentru modulul de elasticitate al unor materiale amortizoare (silon, polistiren, plută).

Au fost utilizate determinări statice, determinări de rezonanţă şi determinări ale vitezei de propagare a ultrasunetelor în probe.

2. Al doilea articol : ,,**Aspecte ale comportării în exploatare a conductelor de termoficare îngropate în pămînt, izolate cu beton celular autoclavizat şi cu vată minerală**'' (autor, ing. V. Dumitrescu. — Seria Finisarea şi protecţia construcţiilor) tratează comportarea în exploatare a diferitelor sisteme de izolare anticorosivă, termică şi hidrofugă pentru conducte metalice de termoficare. Se prezintă rezultatele obţinute din urmărirea în interval de doi ani a mai multor combinaţii de soluţii formate din : trei variante de tratament anticorosiv (grund reactiv + lac MVT ; vopsea de ulei cu miniu de plumb ; grund din vopsea de ulei şi miniu + lac MVT), trei variante de zolaţie termică (saltea de vată minerală protejată cu carton asfaltat şi mortar de ciment ; cochilii prefabricate din beton celular autoclavizat, armat şi beton celular autoclavizat turnat monolit) şi o soluţie de izolaţie hidrofugă (două rînduri de pînză asfaltată şi un strat de carton asfaltat, alternînd cu straturi de bitum cauciuc).

În concluziile articolului se arată modul de comportare a fiecărei soluţii, indicîndu-se soluţia care a dat cele mai bune rezultate şi făcîndu-se propuneri pentru studii şi experimentări suplimentare pentru definitivarea soluţiei optime şi elaborarea instrucţiunilor de aplicare.

3. În articolul : ,,**Determinarea normelor de folosire a utilajelor de construcţii-montaj, cu exemplificare pentru excavatoare cu o cupă**'' (autori : ing. Gh. Gheorghiu, ing. N. Georgescu, ing. I. Cara. — Seria Mecanizarea lucrărilor de construcţii) se expune metodologia propusă de INCERC pentru stabilirea capacităţii de producţie a utilajelor de construcţii-montaj (capacitate de producţie orară, pe schimb şi anuală), dîndu-se un exemplu practic de stabilire a acestei capacităţi pentru excavatoarele cu o cupă.

4. Articolul : ,,**Modul actual de folosire a fondurilor fixe aflate la unităţile de construcţii-montaj şi stabilirea unor indici orientativi privind necesarul de fonduri fixe ale acestor unităţi** (autori : ing. N. Georgescu, ing. M. Şerbănescu, ing. Gr. Sadovici. — Seria Economia construcţiilor) prezintă o analiză a situaţiei actuale şi a modului de folosire a fondurilor fixe (utilaje, clădiri de producţie) la diferite categorii de unităţi de construcţii-montaj, pe baza unor date culese de la principalele organizaţii de construcţii. Pe această bază, articolul prezintă în continuare indici orientativi privind necesarul de utilaje de construcţii, utilaje de atelier, raportat la 100 milioane lei producţie de bază, precum şi necesarul de clădiri pentru producţie, raportat la 1 milion lei producţie de construcţii-montaj. Aceşti indici pot servi ca orientare pentru stabilirea necesarului de fonduri fixe în vederea îndeplinirii planului de producţie şi pentru dezvoltarea în perspectivă a sectorului de construcţii.

5. Al cincilea articol : ,,**Concluzii din experimentarea metodei de analiză a productivităţii fizice la executarea lucrărilor de construcţii**'' (autori : ing. I. Belfert, ing. E. Cristea, ing. Gh. Drăgoi. — Seria Economia construcţiilor) expune metodologia de planificare şi analiză a productivităţii muncii în unităţi naturale pe obiect, la următoarele categorii de construcţii de frecvenţă mare : locuinţe ; hale industriale parter din elemente prefabricate ; suprastructuri de drumuri ; construcţii social-culturale. Pentru aceste categorii de construcţii s-au elaborat norme de productivitate, în unităţi naturale, exprimînd consumurile de

muncă în ore-om pe unitate fizică de referinţă.

În urma experimentării s-a ajuns la concluzia că metoda este eficientă, uşor de aplicat şi urmărit, cu bune rezultate în special pentru determinarea gradului de eficienţă a diferitelor sisteme constructive şi pentru comparaţii internaţionale.

6. În articolul: „**Aderenţa betonului din zgură expandată de furnal la armături**" (autor, conf. dr. ing. I. Tertea. — Seria Beton armat) se expun cercetările efectuate de autor pentru evaluarea eforturilor unitare de aderenţă între betoane de zgură expandată şi diferite tipuri de armături (netede şi cu profil periodic), care pot interveni în executarea unor elemente de construcţie.

Articolul analizează influenţa diferiţilor parametri care influenţează aderenţa (forma suprafeţei armăturii, diametrul, poziţia barei la turnare, lungimea de înglobare şi compactitatea betonului), ajungînd la concluzia că eforturile unitare de aderenţă sînt mai reduse în cazul betonului uşor, faţă de cazul betonului greu. De asemenea, se dau indicaţii de valori determinate experimental.

7. Articolul: „**Rezultatele unor cercetări privind soluţionarea panourilor mari de faţadă**" (Seria Beton armat) cuprinde rezultatele unor ample cercetări experimentale efectuate de INCERC în laborator şi pe şantiere pentru stabilirea unor soluţii eficiente ale panourilor mari prefabricate din beton armat pentru faţade. Experimentările s-au referit la alcătuirea structurii panourilor portante (cu mărimea pe cameră sau fragmentate, confecţionate din beton cu agregate grele în mai multe straturi — tip sandviş — sau din beton cu agregate uşoare, într-un singur strat), la alcătuirea îmbinărilor şi a rosturilor pentru asigurarea etanşeităţii (rosturi cu funcţionare mecanică, cu gol de decompresiune şi rosturi cu ecran). În articol se prezintă date asupra modului de comportare în timp sub influenţa factorilor externi a diferitelor soluţii, indicîndu-se măsuri pentru sporirea durabilităţii lor.

8. La sfîrşitul volumului se prezintă **7 fişe tehnice** (Seria Mecanizarea lucrărilor de construcţii), cuprinzînd descrierea, caracteristicile şi domeniile de utilizare pentru următoarele utilaje şi unelte mecanice pentru construcţii: vibratoare electrice de exterior tip VEE-1600; trusă electrică de montat mînă curentă; drişca electrică; trolii electrice reversibile de 1 tf, 2 tf, 3,2 tf şi 5 tf.

DOCUMENTARE

SOLUŢII ORIGINALE LA REALIZAREA UNEI CLĂDIRI ADMINISTRATIVE

La realizarea unei clădiri administrative în Richmond, statul Virginia din S.U.A., cuprinzînd 2 850 m² birouri şi un parcaj pentru 80 de automobile, proiectantul a adoptat mai multe soluţii originale privind forma în plan şi elevaţia construcţiei şi executarea faţadei.

Pentru forma în plan a ales forma circulară (cu diametrul maxim de 48 m), pentru că această formă lasă o umbră redusă cu 23 % faţă de o formă rectangulară de aceeaşi suprafaţă.

În elevaţie — clădirea avînd trei niveluri — a ales forma tronconică, avînd vîrful spre bază, cu o înclinare de 15°, pentru că umbra lăsată este redusă cu 6 % faţă de forma cilindrică. Această for-

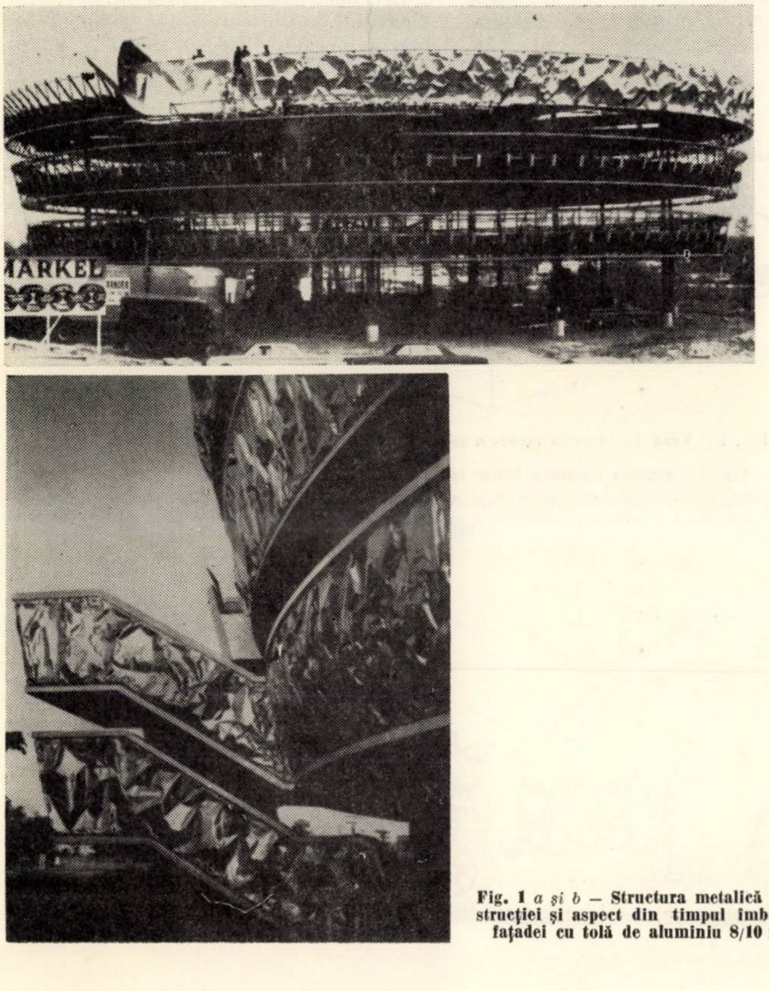
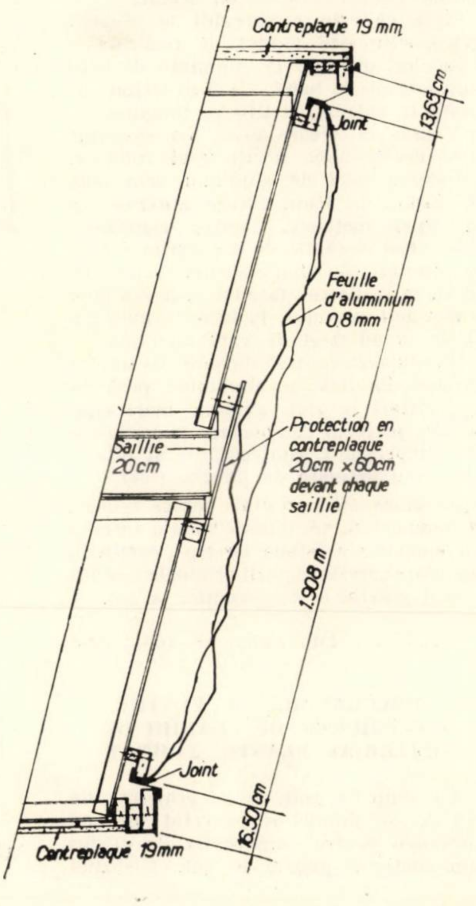


Fig. 1 *a şi b* — **Structura metalică a construcţiei şi aspect din timpul îmbrăcării faţadei cu tolă de aluminiu 8/10 mm.**

Fig. 2 — Detaliu de fixare a tolei de aluminiu


Contreplaqué 19 mm
13,65 cm
Joint
Feuille d'aluminium 0,8 mm
Protection en contreplaqué 20cm x 60cm devant chaque saillie
Saillie 20cm
1,908 m
Joint
16,50 cm
Contreplaqué 19mm

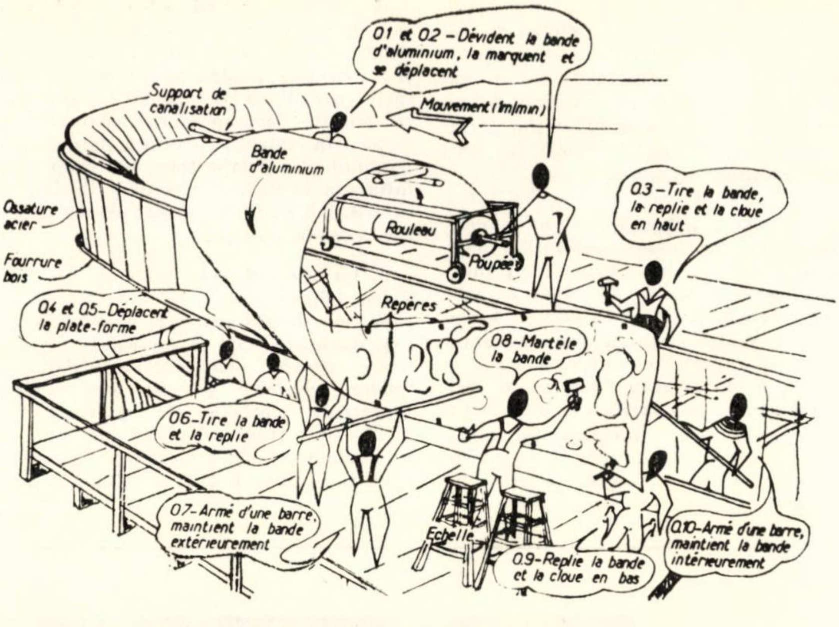

01 et 02 – Dévident la bande d'aluminium, la marquent et se déplacent
Support de canalisation
Mouvement (1m/min)
Bande d'aluminium
Ossature acier
Fourrure bois
Rouleau
Poupée
03 – Tire la bande, la replie et la cloue en haut
Repères
04 et 05 – Déplacent la plate-forme
08 – Martèle la bande
06 – Tire la bande et la replie
07 – Armé d'une barre, maintient la bande extérieurement
Echelle
09 – Replie la bande et la cloue en bas
010 – Armé d'une barre, maintient la bande intérieurement

Fig. 3 – Schema de organizare a lucrului la executarea faţadei

mă mai prezintă avantajul că permite o bună protecţie împotriva însoririi, ferestrele fiind înclinate în jos.

Pentru realizarea parcajului sub construcţie, aceasta a fost ridicată pe 12 stîlpi dispuşi pe cercul marginal şi pe patru stîlpi dispuşi pe un cerc central care cuprinde scările şi ascensoarele.

Structura metalică a construcţiei este rigidizată în plan orizontal de grinzi metalice dispuse radial, peste care s-au turnat planşeele de beton armat.

Ceea ce este remarcabil la această construcţie este modul de realizare a faţadelor, din tolă de aluminiu de 8/10 mm grosime în bandă de 2 m lăţime, livrată în rulouri de 210 m lungime.

Faţada la fiecare nivel s-a executat prin desfăşurarea a cîte unui rulou şi prinderea tolei de aluminiu prin cuie în fururi de lemn fixate anterior de structura metalică. Pentru rigidizare, tola a fost ciocănită de la exterior sau de la interior, căpătînd văluriri. Viteza de lucru la realizarea faţadei în acest mod a fost de 1 m/minut. Izolarea termică s-a făcut cu un strat de vată minerală.

În exploatare s-a dovedit avantajul faţadei din tolă de aluminiu: perfectă comportare la vînt, avînd o mare rigiditate, perfectă comportare la variaţiile de temperatură, contractările şi dilatările fiind preluate de pliurile tolei.

În afara unei greutăţi foarte reduse, de numai 5 kg/m², faţă de soluţia curentă cu panouri de faţadă de tip „cortină", adoptarea acestei soluţii originale a redus costul general al construcţiei la 1/5.

Din *Batir*, nr. 165, 1968

PROCEDEU RAPID PENTRU CONSTRUCŢII DE CLĂDIRI DE MATERIAL PLASTIC TURNAT

Un grup de profesori şi arhitecţi din S.U.A. au propus şi brevetat un nou procedeu pentru construcţia de clădiri din material plastic turnat. Utilizînd acest procedeu, o echipă de muncitori poate construi în numai 6 ore structura unei case unifamiliale. Prin acelaşi procedeu se pot realiza şi construcţii agricole, construcţii industriale etc., atît cu suprafeţe plane, cît şi curbe.

Materialul de bază pentru realizarea construcţiilor turnate este răşina epoxidică. Aceasta se amestecă cu un agent de expandare, precum şi cu un material de umplutură, care poate fi argilă, talc etc. Materialul de umplutură are atît rolul de a reduce costul construcţiei, cît şi de a stabiliza spuma, mărindu-i şi rezistenţa la incendiu. La primele încercări, răşina epoxidică lichidă era alimentată la o temperatură de 95°, iar agentul de expandare la temperatura ambiantă. Materialele se întîlneau într-un cap malaxor unde se producea expandarea. Spuma astfel formată în decurs de numai 10 secunde se caracteriza prin celule închise rigide şi o densitate de numai 96 kg/m³. Dacă în timpul expandării masa era pusă în contact cu o suprafaţă rece, pe suprafaţa ei se forma o coajă densă cu densitatea de 1600 kg/m³. Coaja astfel formată asigură atît rigiditatea necesară pentru considerente de rezistenţă, cît şi îmbunătăţirea comportării la agenţi atmosferici.

Ulterior s-au adus îmbunătăţiri materialelor utilizate în vederea măririi rezistenţei la incendiu.

Pentru turnarea materialului plastic în forma necesară a fost imaginat un utilaj simplu şi uşor de procurat.

Utilajul constă dintr-un autocamion de 5 t, avînd montat pe el un braţ articulat prevăzut la capăt cu un cofraj mobil.

În interiorul braţului, care se poate mişca în toate direcţiile, sînt prevăzute conducte pentru alimentarea cofrajului cu material.

Cofrajul mobil constă din două plăci de oţel şi două benzi striate fără sfîrşit dintr-un material plastic special denumit Mylar, care are proprietatea de a nu adera la materialul structurii.

Cele două componente ale răşinii epoxidice sînt injectate în stare lichidă între plăcile metalice. Ele încep să expandeze

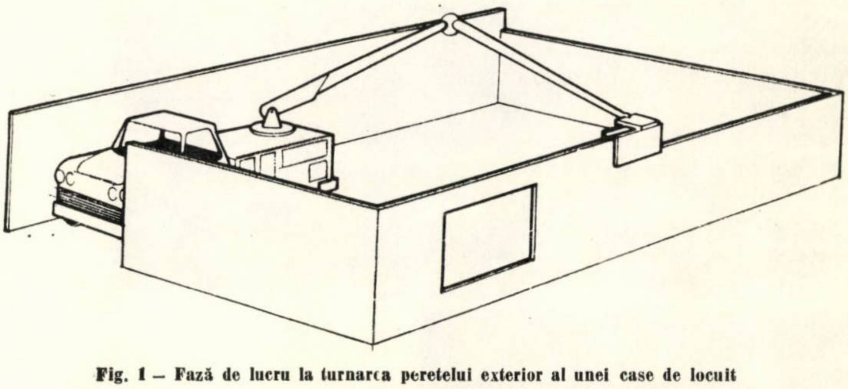
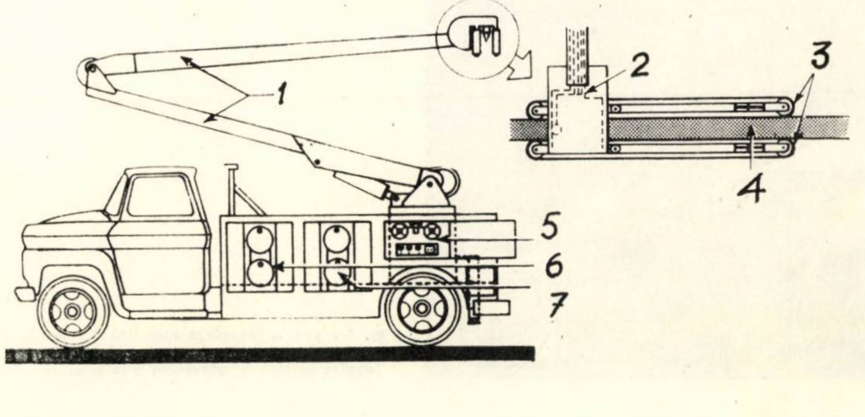


Fig. 1 – Fază de lucru la turnarea peretelui exterior al unei case de locuit

Fig. 2 – Schema utilajului folosit la turnarea caselor de material plastic

1 – Braţ articulat; *2* – conducte pentru răşină şi agentul de expandare; *3* – bandă stricată din Mylar; *4* – material expandat; *5* – sistem de control; *6* – rezervor de răşină; *7* – rezervor pentru agentul de expandare



şi să se solidifice imediat pe porţiuni cu înălţime de circa 23—30 cm şi grosime variabilă. Dispozitivul de răcire din cadrul cofrajului asigură întărirea spumei şi formarea cojii dense de la suprafaţă în numai 10 secunde.

Clădirile de material plastic fiind foarte uşoare, nu sînt, practic, necesare nici un fel de fundaţii. În raport cu preţurile din S.U.A., ele sînt considerabil mai economice decît clădirile realizate prin procedee tradiţionale.

În S.U.A. se prevede că prima clădire prototip realizată din material plastic turnat va fi gata în vara anului 1969. Departamentul pentru dezoltarea construcţiei de locuinţe şi a urbanismului (H U D) studiază aplicarea noului procedeu la oraşe model.

Din *The Architect and building news*, 11 sept. 1968.

SEA-CITY, INSULA ARTIFICIALĂ PENTRU 30 000 DE LOCUITORI

Necesitatea de a rezolva problema creşterii demografice şi a lipsei de teren într-o insulă suprapopulată cum este Anglia a stat la baza proiectului de a se construi un oraş în largul mării denumit ,,Sea-City''. Proiectul a fost elaborat de un colectiv condus de arhitectul Geoffrey Jellicoe, iar macheta a fost prezentată oficial în 1968.

Oraşul, cu o populaţie de 30 000 de locuitori, construit în întregime din sticlă, beton şi material plastic, va fi amplasat la circa 25 km de Yarmouth, în apropierea coastelor provinciei Norfolk. În această regiune, adîncimea apei nu este decît de 9 m, iar amplitudinea fluxului şi refluxului redusă (circa 1,2—2,1 m).

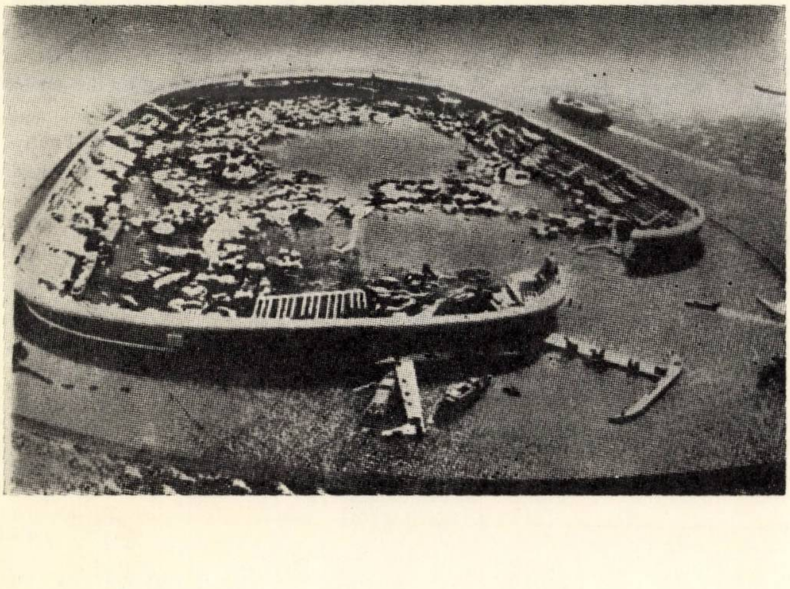
Deşi actualmente se consideră că un astfel de proiect nu este realizabil în următorii 50 de ani, totuşi procedeele de construcţie şi de montaj necesare există. Realitatea acestui fapt a fost demonstrată de inginerii şi arhitecţii care au prezentat proiectul, demonstrînd că oraşul insular este viabil din punct de vedere economic, oferind aceleaşi resurse ca un oraş obişnuit în condiţiile unei clime mai temperate şi mai sănătoase. Costul, evident ridicat, se estimează însă că nu depăşeşte decît cu 10% pe cel al unui oraş obişnuit.

Zonele cu adîncime redusă reprezintă circa 10% din suprafaţa maritimă a globului şi prezintă numeroase amplasamente favorabile pentru executarea unor proiecte de genul celui elaborat în Anglia.

Construcţia principală a insulei va fi un amfiteatru cu 16 etaje rezemat pe piloţi şi protejat înspre mare, pe tot conturul, de spărgătoare de valuri. În interiorul amfiteatrului va fi o lagună cu grupuri de insule artificiale plutitoare. Amfiteatrul va fi deschis într-un singur punct, spre sud-est, pentru a permite accesul în port printr-o intrare îngustă. Oraşul va măsura 1432,5 m în lungime şi 1005,8 m în lăţime în punctul cel mai larg.

Pentru construcţia oraşului insular, piloţii aduşi de pe uscat se vor bate în fundul mării la intervale de 6—9 m, pentru a forma fundaţia suprastructurii.

Fig. 1 — Macheta oraşului insular Sea—City



Peste piloţi se va amenaja o platformă din elemente prefabricate de beton armat. Suprastructura va fi formată din elemente spaţiale prefabricate din beton armat, care constituie, fie un apartament mic, fie o parte dintr-un apartament mare. Elementele spaţiale vor fi montate prin tragerea cu troliul pe planuri înclinate.

Insulele plutitoare din interiorul lagunei vor fi formate din pontoane triunghiulare de beton cu lăţimea de 18,3 m, menţinute în poziţie prin lanţuri de ancoraj şi legate între ele prin cuplaje flexibile, care le vor permite să urmeze variaţiile de nivel ale apei.

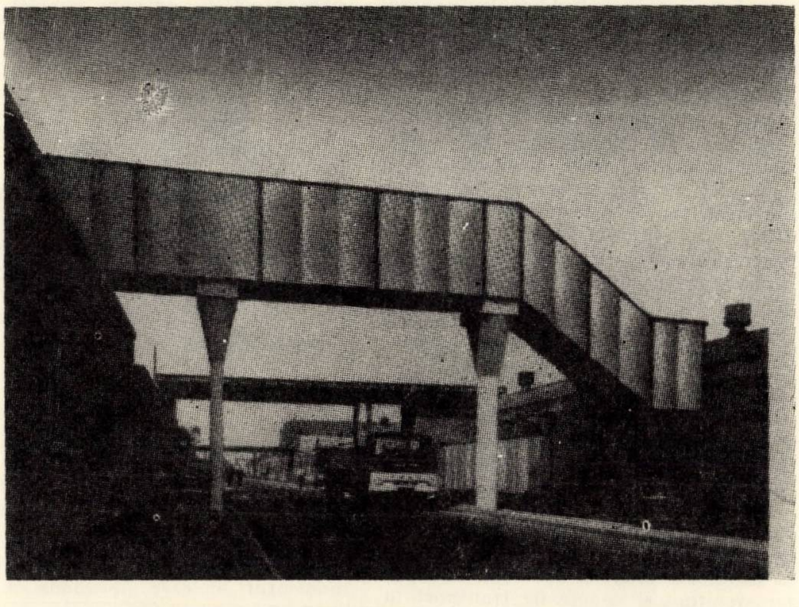


Fig. 2 — Secţiune prin peretele exterior şi centrala de energie

Pontoanele pot fi uşor decuplate şi recuplate pentru a forma insule de forme şi mărimi diferite, care pot ajunge pînă la 930 m². Pe platformele superioare ale acestor insule vor fi construite case uşoare din material plastic armat cu fibre de sticlă, care vor putea ajunge pînă la trei etaje. Pontoanele au rezervoare care se vor putea umple sau goli prin pompare pentru a le menţine la acelaşi nivel, indiferent de greutatea clădirilor construite pe ele.

Concepţia oraşului insular implică necesitatea stăpînirii vînturilor şi a mării, creînd un climat artificial temperat şi uniform. O largă barieră de apă calmă creată de spărgătoare de valuri va înconjura oraşul. Se prevede ca spărgătoarele de valuri să fie formate din saci de pînză impermeabilă umpluţi în proporţie de 90% cu apă dulce şi aşezaţi alăturat. Sacii au lungimea de 30 m şi diametrul de 1,80 m şi plutesc în submersiune aproape totală.

Atunci cînd un val loveşte sacul, în interiorul acestuia se produce un val secundar care vine în întîmpinarea următorului val din exterior, anihilîndu-i efectul. Pe timp defavorabil, un ecran de bule de aer comprimat provenind de la o conductă subterană se va ridica la suprafaţă la intrarea în lagună pentru a contribui la menținerea apelor calme în laguna interioară.

Peretele curb al amfiteatrului, cu înălțimea de 55 m, va proteja pe locuitorii orașului de vînt, deviind curenții aerieni pe deasupra orașului. Încercări preliminare efectuate în tunelul de încercări aerodinamice al Universității din Leicester au arătat că prin forma de ,,S'' înclinat spre exterior a peretelui se obține o deviere a vîntului în sus, la o înălțime suficientă pentru a menține o zonă relativ calmă în orașul insular.

Energia necesară orașului va fi furnizată de gazul natural al unui zăcămînt vecin. O centrală de forță va trata gazul și îl va transmite la turbinele cu mare viteză care vor furniza electricitate orașului. Excedentul de căldură de la turbine va fi utilizat la o instalație de produs apă potabilă prin desalinizarea apei de mare, precum și la termoficarea locuințelor. În final, apa de răcire, caldă încă, va fi deversată în lagună pentru a-i ridica temperatura cu 3...4°C față de apa mării din exteriorul lagunei. Sub platformele orașului vor fi instalate vane care vor păstra apa încălzită în interiorul lagunei, contribuind la menținerea unui climat cald. Pe timp favorabil, vanele se vor putea ridica pentru a permite curenților marini să curețe laguna.

Extinderea ulterioară a orașului nu pune probleme tehnice deosebite, putîndu-se amenaja noi platforme concentrice față de prima, cuprinzînd între ele alte lagune cu apă caldă și liniștită.

Pasagerii care se deplasează pe uscat vor putea voiaja cu elicoptere sau ambarcațiuni cu pernă de aer (*hovercraft*). În interiorul orașului se va călători cu ambarcațiuni și vedete de transport în comun cu acționare electrică.

Se prevede ca la Sea-City să se practice creșterea industrială a peștilor și crustaceelor cu mare randament. Construcțiile navale, industria de conserve și fabricarea de îngrășăminte pe bază de alge vor fi de asemenea factori importanți în viața comercială a orașului. Uzina de transformare a apei de mare în apă dulce va putea produce apă potabilă la un preț de cost convenabil, pe care o va putea trimite prin conducte și pe continent.

Din *La Technique de travaux* iulie—august 1968.

UN NOU TIP DE INSTALAȚIE DE DESPRĂFUIRE PE PROCEDEU UMED

Separatorul umed de tip Turbex produs în Elveția (fig. 1) întrunește calitățile diverselor separatoare umede existente pînă în prezent.

La realizarea lui s-a urmărit în mod special asigurarea unei întrețineri și deserviri ușoare.

Pentru zona de separare s-a ales un material sintetic cu proprietăți adezive foarte reduse, în scopul evitării reținerii de praf.

Aerul încărcat cu praf se admite prin gura de alimentare *1* (fig. 2), de unde, ca la un turn de spălare, utilizînd întreaga secțiune a separatorului, se ridică printr-o placă găurită de material sintetic special (*2*), traversînd zona turbulentă de spumă (*3*). Apa se ridică în această zonă prin conductele (*4*) datorită diferenței de presiune statice. Înălțimea zonei de spumă este limitată de preaplinurile (*5*) prin care apa murdară se scurge în partea inferioară a bazinului.

În acest mod, apa circulă continuu în separator, asigurînd totodată alimentarea cu apă curată a zonei de spumă.

Aerul desprăfuit, înainte de a părăsi filtrul, este trecut printr-un separator de picături lamelar (*6*) construit din tablă de oțel inoxidabil. Picăturile de apă separată se scurg înapoi în filtru, spălînd astfel, continuu lamelele separatorului.

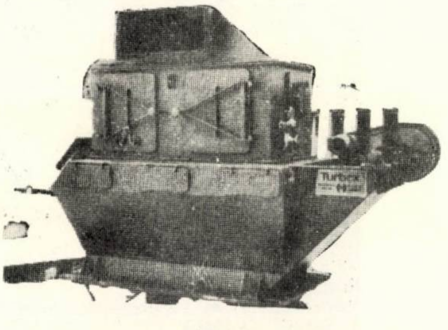


Fig. 1

Acest filtru lucrează cu o pierdere de presiune constantă de cca 150 mm CA și este prevăzut cu un dispozitiv de măsurare a diferenței de presiune. În momentul în care presiunea a scăzut cu 2—3 mm CA datorită pierderilor de apă prin evacuarea șlamului (*8*) sau prin evaporare, se deschide automat un ventil magnetic care permite admisiunea cantității necesare de apă proaspătă. Evacuarea șlamului se face prin intermediul unui transportor cu lanț.

Avantajele pe care le prezintă separatorul umed de tip Turbex sînt, în principal, următoarele:

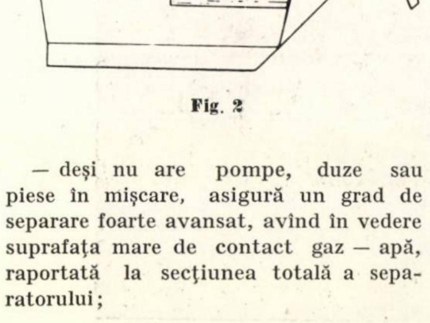


Fig. 2

— deși nu are pompe, duze sau piese în mișcare, asigură un grad de separare foarte avansat, avînd în vedere suprafața mare de contact gaz — apă, raportată la secțiunea totală a separatorului;

— sînt permise variații importante de volum fără a modifica capacitatea de desprăfuire;

— nu pune probleme de întreținere speciale;

— are gabarite reduse, în special pe înălțime.

Separatorul umed de tip Turbex VA are o capacitate de desprăfuire de 72 000 m^3/h și este utilizat în instalații de desprăfuire dotate cu un singur element, în timp ce tipul Turbex D este utilizat în instalații prevăzute cu mai multe filtre, dotate cu cuvă de sedimentare centrală și dispozitiv comun de transport al șlamului.

Din *Zement—Kalk—Gips*, nr. 3, 1967.

EXCAVATOR COMANDAT PRIN RADIO

Uzinele ,,Komatsu Manufacturing Co'', care se numără printre marii producători de utilaje de construcție din Japonia, a prezentat recent primul excavator din lume comandat prin radio.

Primul exemplar din acest tip a fost furnizat unei uzine siderurgice pentru a fi utilizat la depozitarea reziduurilor provenite de la sortarea minereului destinat furnalelor.

Excavatorul este de tipul produs curent, însă posedă un aparat special de recepție, de dimensiunile unei valize, pentru controlul prin radio. Utilajul poate fi comandat prin unde emise de un aparat de radioemisie.

Tabloul portativ de control cîntărește 1,6 kg și nu necesită nici un fel de pregătire deosebită pentru deservire.

Excavatorul poate funcționa de asemenea și ca excavator obișnuit, manevrat de un muncitor.

Excavatorul comandat prin radio are un motor de 250 cp și un sistem de control al celor patru viteze de mers înainte și două de mers înapoi. Comanda prin radio face posibilă executarea a 20 de operații diverse, cuprinzînd mișcările de înaintare și retragere, rotire și oprire.

Aparatul portativ de radioemisie cîntărește 2,9 kg și utilizează o baterie de cadmiu-nichel. Un mecanism de oprire automată intră în acțiune atunci cînd excavatorul depășește linia de control prin radio sau cînd sistemul de control se defectează.

Se consideră că excavatorul controlat prin radio este deosebit de practic în condiții periculoase sau nocive, improprii pentru munca omenească; de exemplu, pe terenuri foarte accidentate, în tuneluri, lîngă furnale, în zone de contaminare radioactivă sau în mine de sulf.

Din *Binario*, nr. 119, 1968.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

ENERGOCONSTRUCȚIA

20 de ani de realizări în domeniul construcțiilor termoenergetice

● Construcții complexe termoenergetice ● Structuri de rezistență a termocentralelor realizate prin glisare ● Fundații de turbogeneratoare de 50 — 100 — 200 MW ● Execuție și montare de ferme metalice cu deschidere pînă la 45 m ● Turnuri de răcire hiperbolice din beton armat de mare capacitate și turnuri de răcire cu tiraj forțat ● Coșuri de fum h = 80 — 220 m realizate în cofraje glisante ● Rețele de termoficare industrială și urbană cu conductă pînă la ⌀ = 1500 ● Partea de construcție a stațiilor de transformare de 110 — 200 — 400 MW ● Rezervoare de combustibil — 5 600 m³ ● Stații de tratare chimică a apei ● Construcții hidrotehnice aferente termocentralelor: baraje, canale și conducte metalice și din beton armat ● Construcții civile ● Drumuri și căi ferate

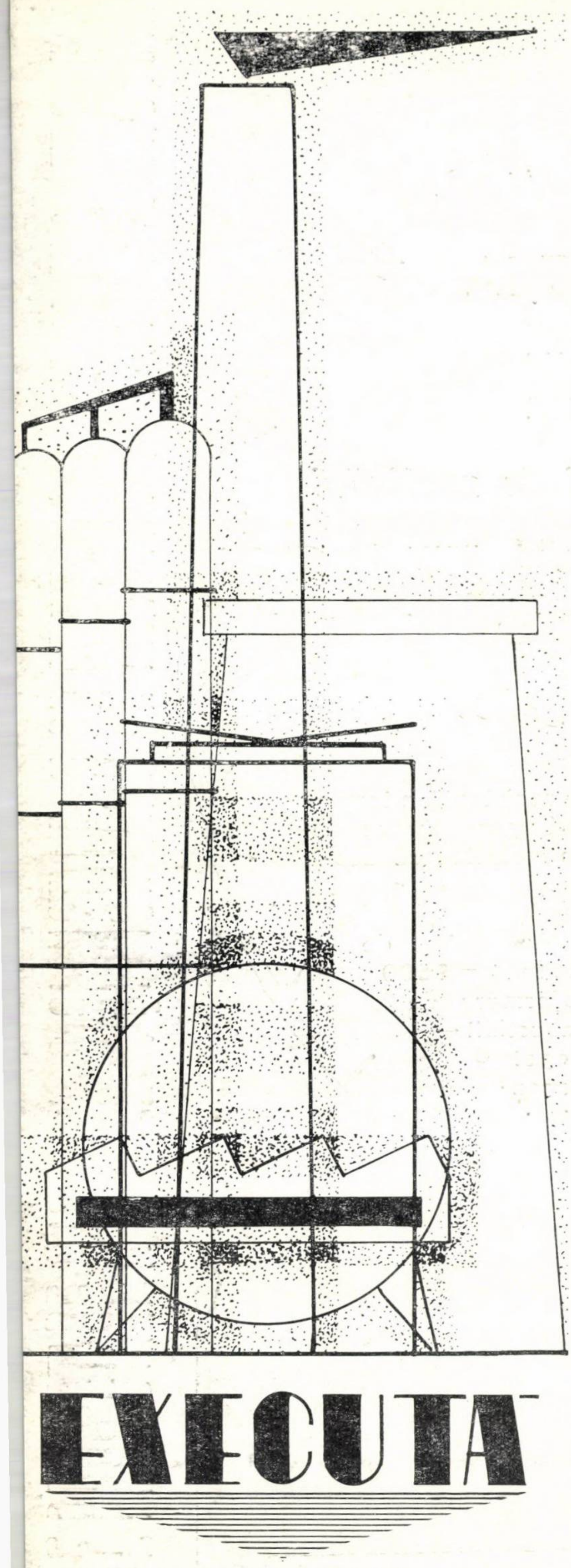
M.E.E. — D.G.C.M.E.

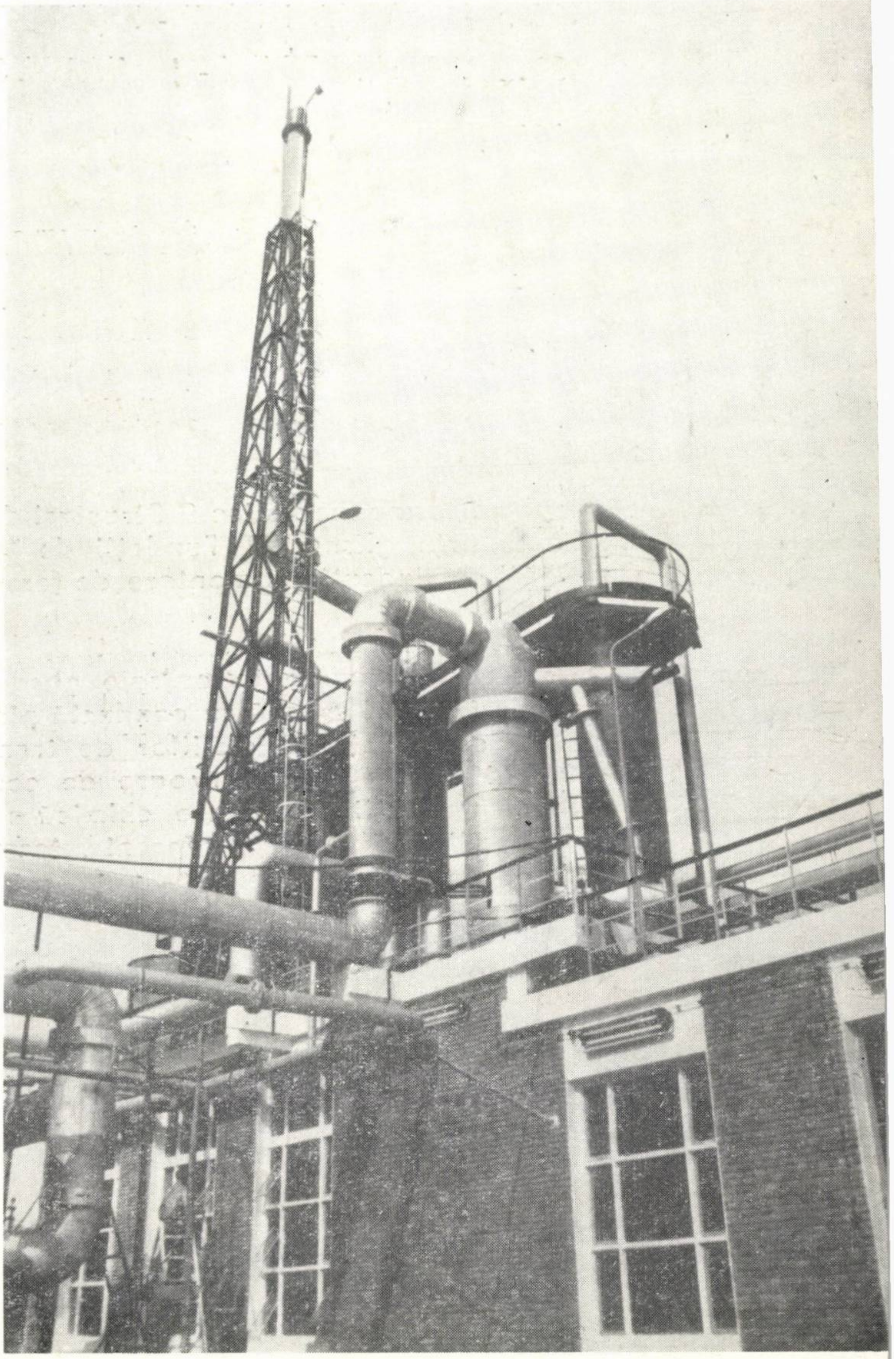
ÎNTREPRINDEREA «ENERGOCONSTRUCȚIA»

București ● Calea Dorobanți nr. 103 — 105 ● Telefon 11.70.00

Cont B.I. 400.10.24 S.M.B.

● CONSTRUCŢII DE COMPLEXE INDUSTRIALE ● CLĂDIRI DE LOCUIT ŞI SOCIAL-CULTURALE ● CONSTRUCŢII SPECIALE — TURNURI DE RĂCIRE, REZERVOARE ● ELEMENTE DE BETON PRECOMPRIMAT ● ALIMENTĂRI CU APĂ ŞI STAŢII DE TRATARE ● LUCRĂRI DE DRUMURI, PODURI ŞI CĂI FERATE UZINALE ● CONSTRUCŢII AGROZOOTEHNICE





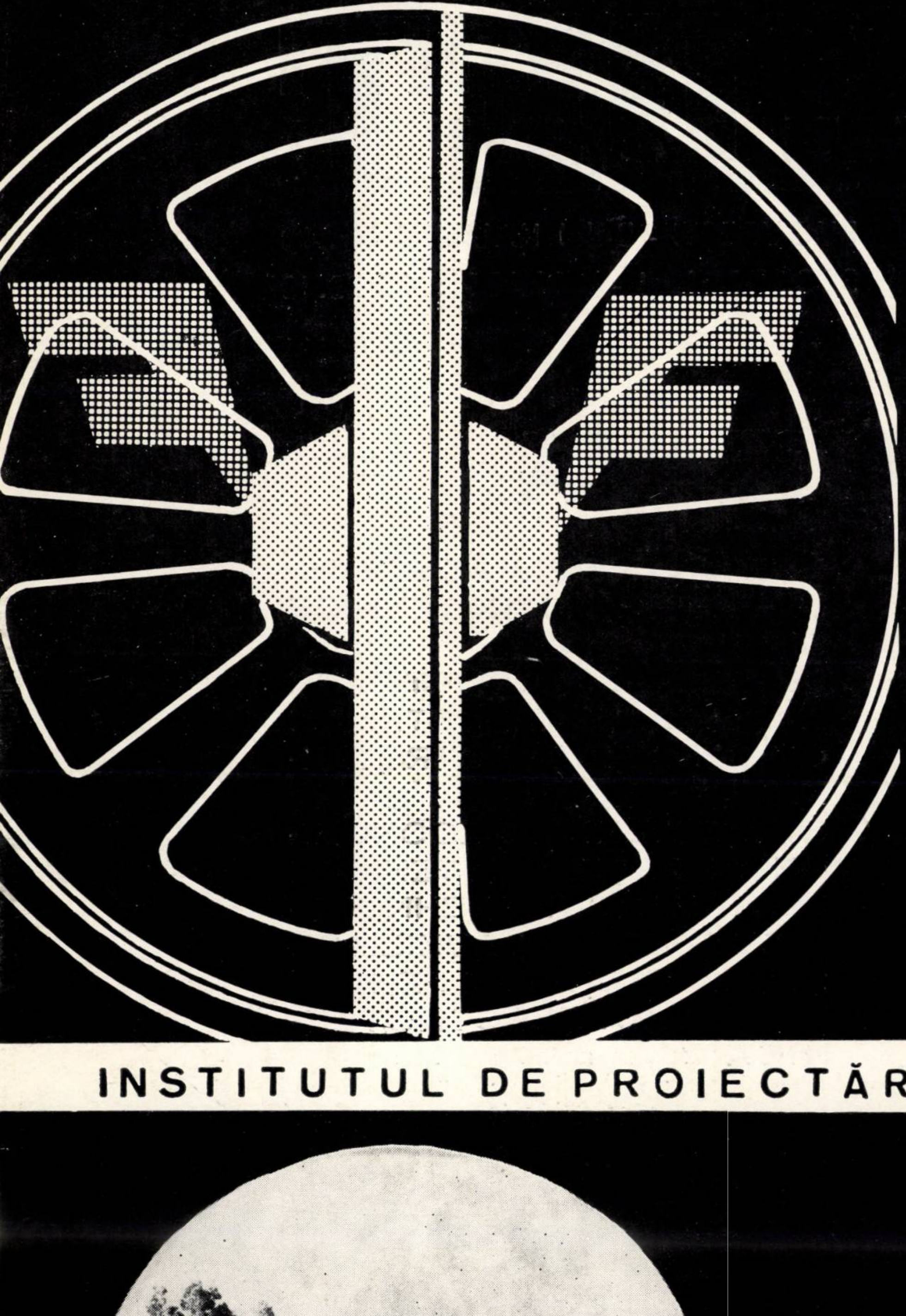
ISCM
municipiul
gh. gheorghiu-dej

m. c. î. c. r.

întreprinderea şantier construcţii montaj

MUNICIPIUL GH. GHEORGHIU-DEJ STR. CAUCIUCULUI 22 ROMANIA
CONT B. I. 040.28.001 • TELEFON 1000; 1001

IPCF



Întocmește proiecte pentru sistematizarea și centralizarea electrodinamică a complexelor și stațiilor de cale ferată, precum și pentru instalațiile de bloc automat de linie, pe căile ferate simple sau duble.

Institutul are o mare experiență în proiectarea acestor lucrări, realizările sale cuprinzînd:

○ sistematizarea și centralizarea a peste 40 de complexe și stații mari de cale ferată;

○ sistematizarea și centralizarea a peste 75 stații mijlocii de cale ferată;

○ bloc automat de linie pe mai mult de 850 km de cale ferată;

○ Instalații de centralizare dispecer în 5 noduri feroviare și pe 3 secții de linie simplă.

Proiectele de execuție cuprind, atît lucrările de linii necesare, cît și instalațiile de centralizare electrodinamică cu relee, precum și cele de bloc automat de linie.

INSTITUTUL DE PROIECTĂRI CĂI FERATE

BUCUREȘTI

B-dul DINICU GOLESCU 38

(PALATUL C.F.R.)

TEL. 18.48.44 și 18.26.10

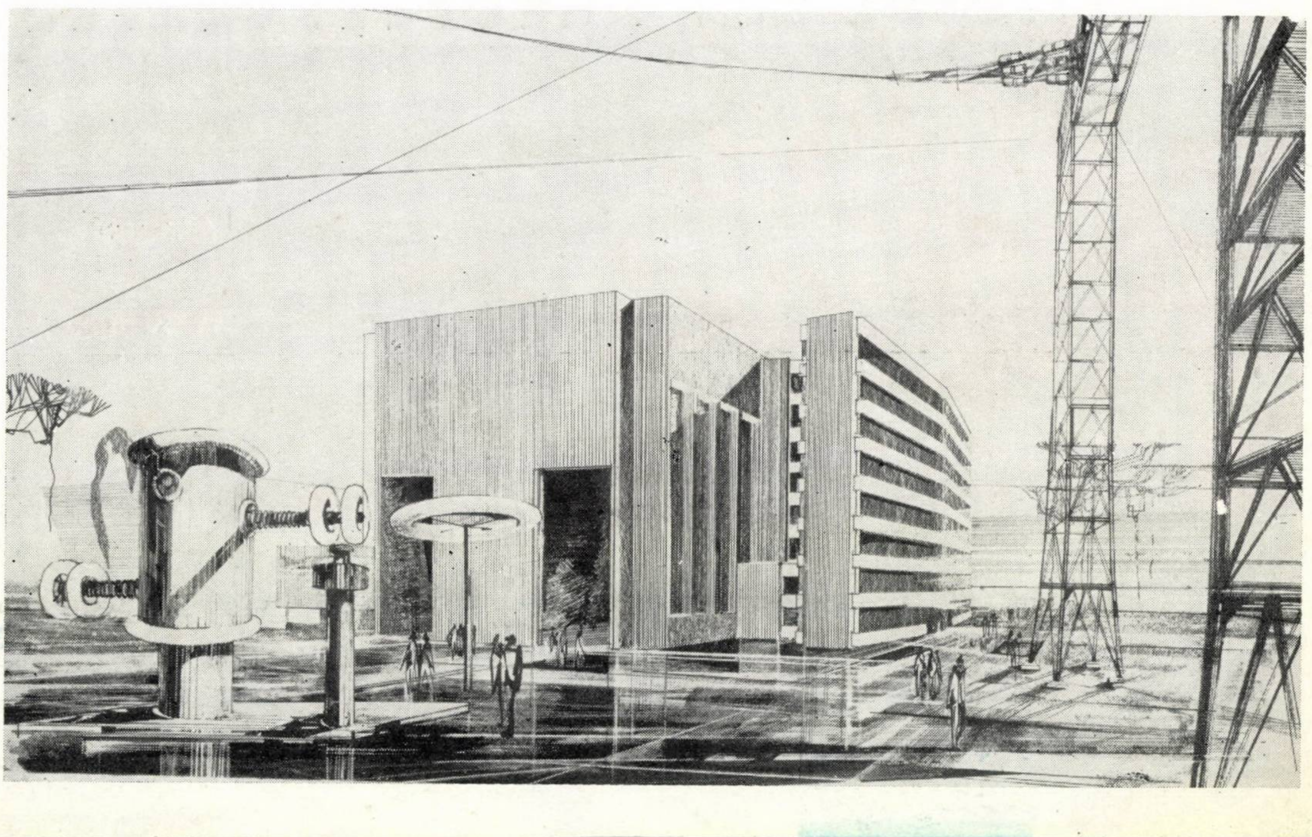
INSTITUTUL DE PROIECTARE A UZINELOR ȘI INSTALAȚIILOR PENTRU INDUSTRIA ELECTROTEHNICA

IPET

BUCUREȘTI - B-dul KALININ Nr. 18
SECTORUL I - TELEFON: 33.72.42
33.22.11

PROIECTEAZĂ

- UNITĂȚI COMPLEXE ALE INDUSTRIEI ELECTROTEHNICE ȘI ELECTRONICE
- DETALII DE SISTEMATIZARE A ZONELOR INDUSTRIALE CU SPECIFIC ELECTROTEHNIC
- STUDII TEHNICO-ECONOMICE ȘI PROIECTE TEHNICE PENTRU UTILAJE TEHNOLOGICE SPECIFICE, AUXILIARE ȘI DE ÎNTREȚINERE PENTRU INDUSTRIA ELECTROTEHNICĂ



- Studii de dezvoltarea mecanizării
- Studii tehnico-economice pentru realizarea de noi utilaje și unelte mecanice
- Determinări de laborator și încercări în condiții de exploatare, pe poligon și pe șantiere, a utilajelor și uneltelor pneumatice
- Asistențe tehnice pentru șantiere în vederea introducerii noilor mijloace de mecanizare

execută
pentru
sectorul
de construcții

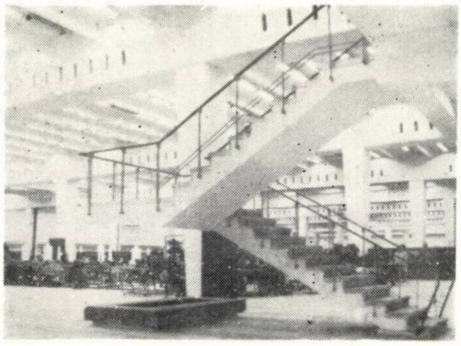
INCERC

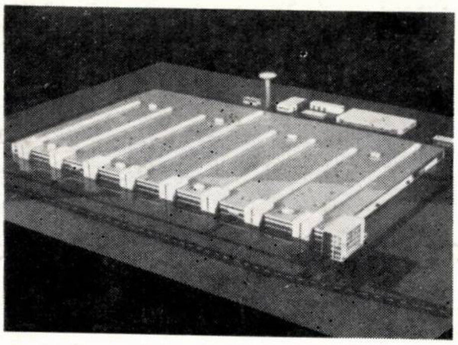
SECTOR MECANIZARE

București, Șos. Pantelimon nr. 266
Telefon 35.40.44

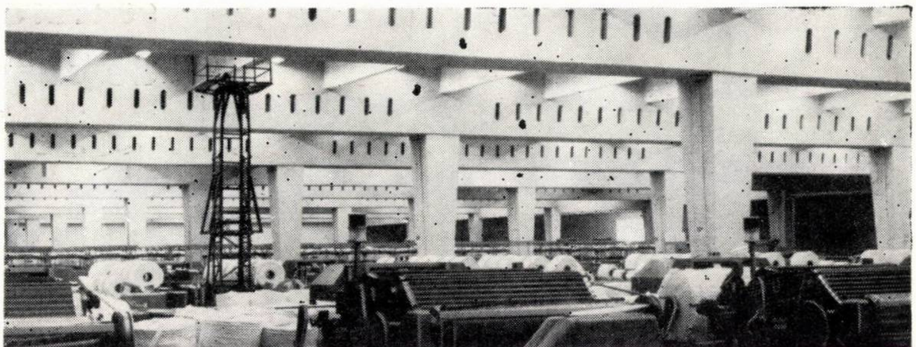
INSTITUTUL DE PROIECTĂRI PENTRU INDUSTRIA UȘOARĂ

IPI





elaborează studii de oferte, documentații și proiecte complexe pentru următoarele ramuri industriale : ◆ Filaturi, tesătorii și finisaje pentru produse din bumbac, lînă, fibre liberiene ◆ Tesătorii și finisaje pentru produse din mătase naturală, sintetică și artificială ◆ Fabrici de tricotaje pentru lenjerie și îmbrăcăminte ◆ Fabrici de ciorapi ◆ Fabrici de confecții ◆ Tăbăcării ◆ Fabrici de încălțăminte din piele și cauciuc ◆ Fabrici pentru sticlărie de menaj și ambalaj ◆ Fabrici de faianță pentru menaj ◆ Fabrici pentru articole din mase plastice.



IPIU

- elaborează proiecte de utilaje, mecanizări și automatizări ;
- acordă asistență tehnică pentru punerea în funcțiune a obiectiv lor proiectate ;
- asigură acțiun de prezentare prin : machete — planșe de preze tare — scheme tehnologice — perspective

BUCUREȘTI ◆ SECTORUL 7 ◆ STR. LUTERANĂ Nr. 1

TRUSTUL 1 CONSTRUCTII-MONTAJE

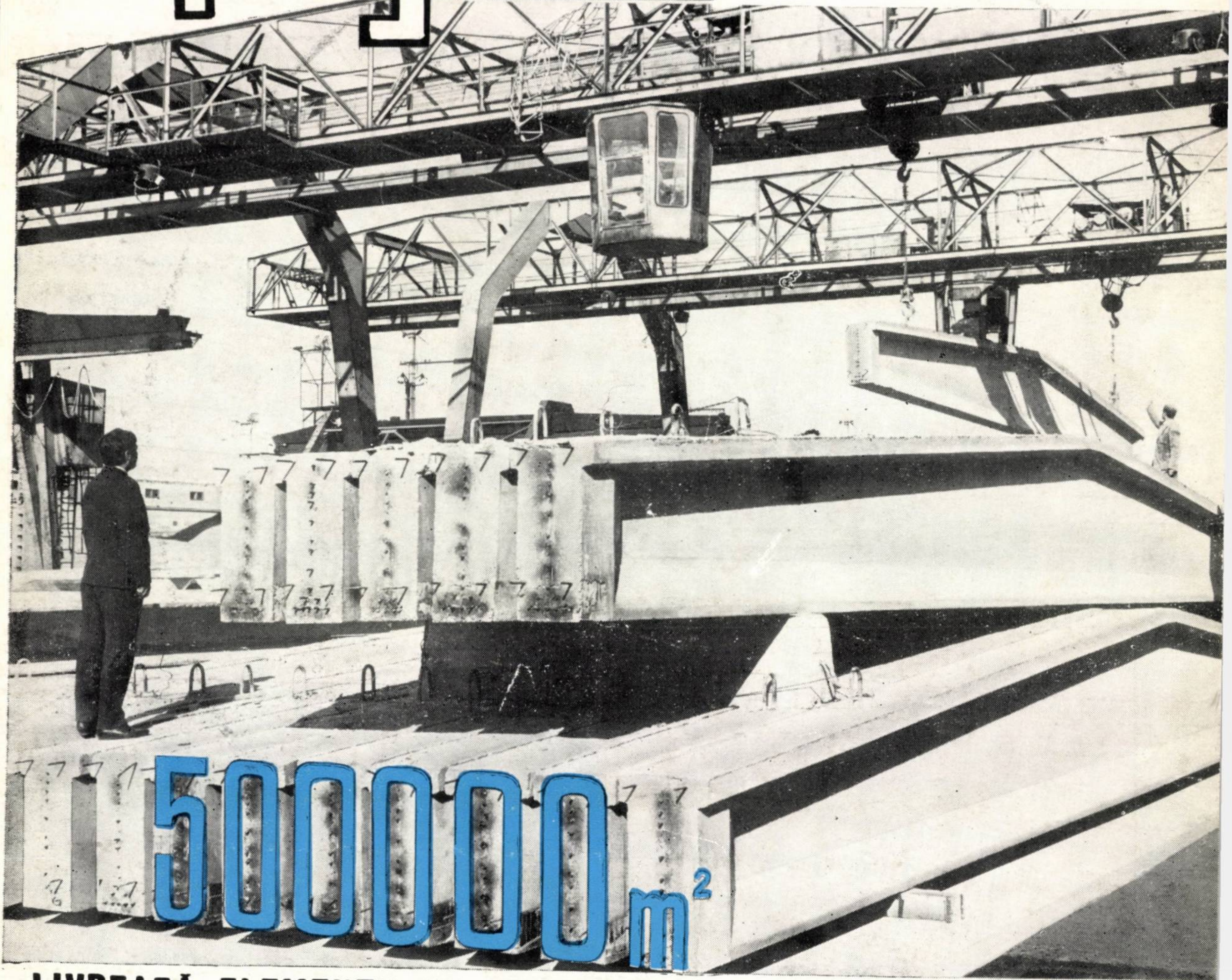
ucureşti • Calea Victoriei nr. 91-93 • Telefon 16.73.60 - 14.56.97

EXECUTA:

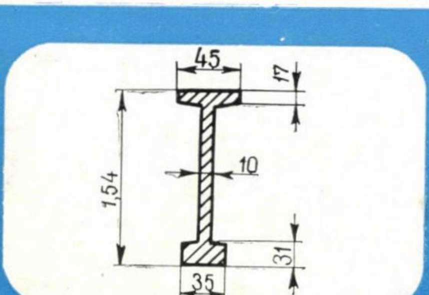
- construcţii industriale
- lucrări speciale de beton armat, beton armat precomprimat, montaje de prefabricate, silozuri, castele de apă
- construcţii metalice
- construcţii civile şi sociai-culturale
- complexe agro-zootehnice
- montaje de instalaţii tehnologice

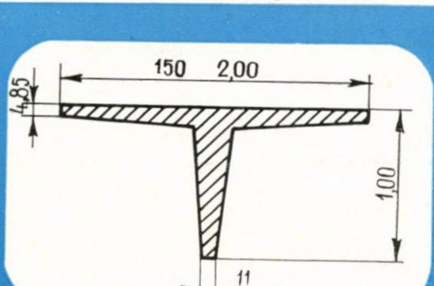
ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE

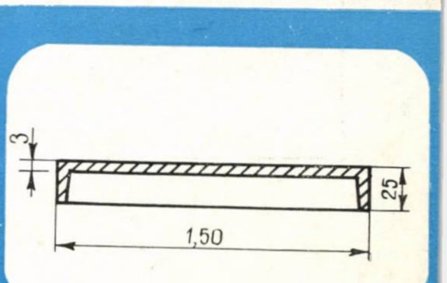
progresul



LIVREAZĂ ELEMENTE DE CONSTRUCȚII PENTRU HALE INDUSTRIALE


45
17
1,54
10
31
35


150 2,00
4,85
1,00
11



GRINZI PRECOMPRIMATE
G 18 – 6 – 2
Deschidere 18,0 m — Interax 6,0 m
Proiect tip I.P.C.T. nr. 2155

GRINZI PRECOMPRIMATE
T 150/100 – 1 800 și
T 200/100 – 1 800
Deschidere 18,0 m
Proiect I.P.I.M.P.C. nr. 2491

CHESOANE DE ACOPERIȘ — C_2R_A
Dimensiuni placă 6,00 × 1,50 m
Proiect tip I.P.C.T. 2063

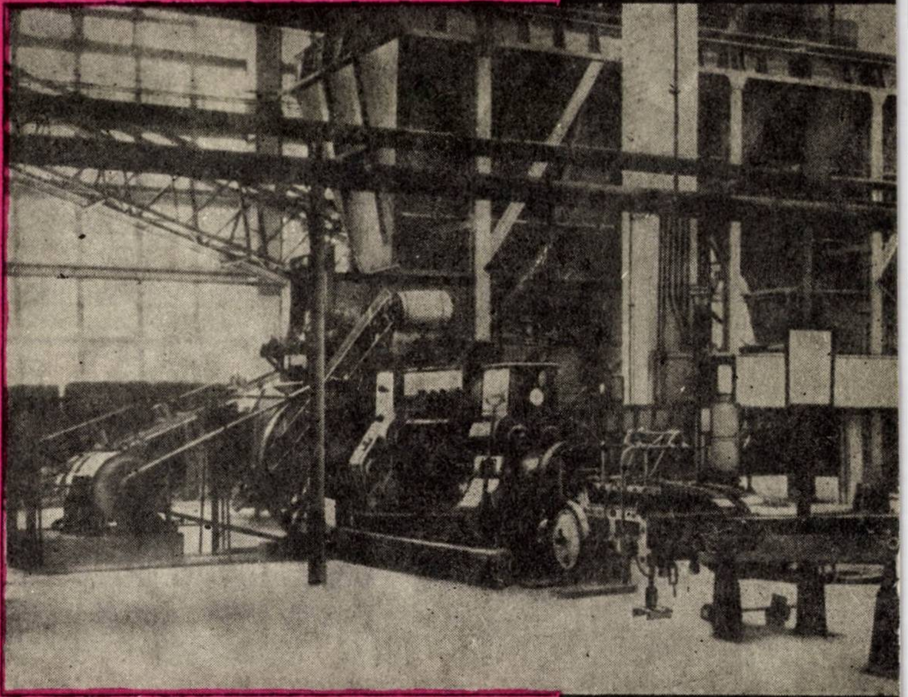
INFORMAȚII: BUCUREȘTI, ȘOS. GIURGIULUI NR. 507 • TELEFON 23.40.40

INDUSTRIALEXPORT
BUCHAREST
ROMANIA

SOCIÉTÉ D'ÉTAT POUR LE COMMERCE EXTÉRIEUR

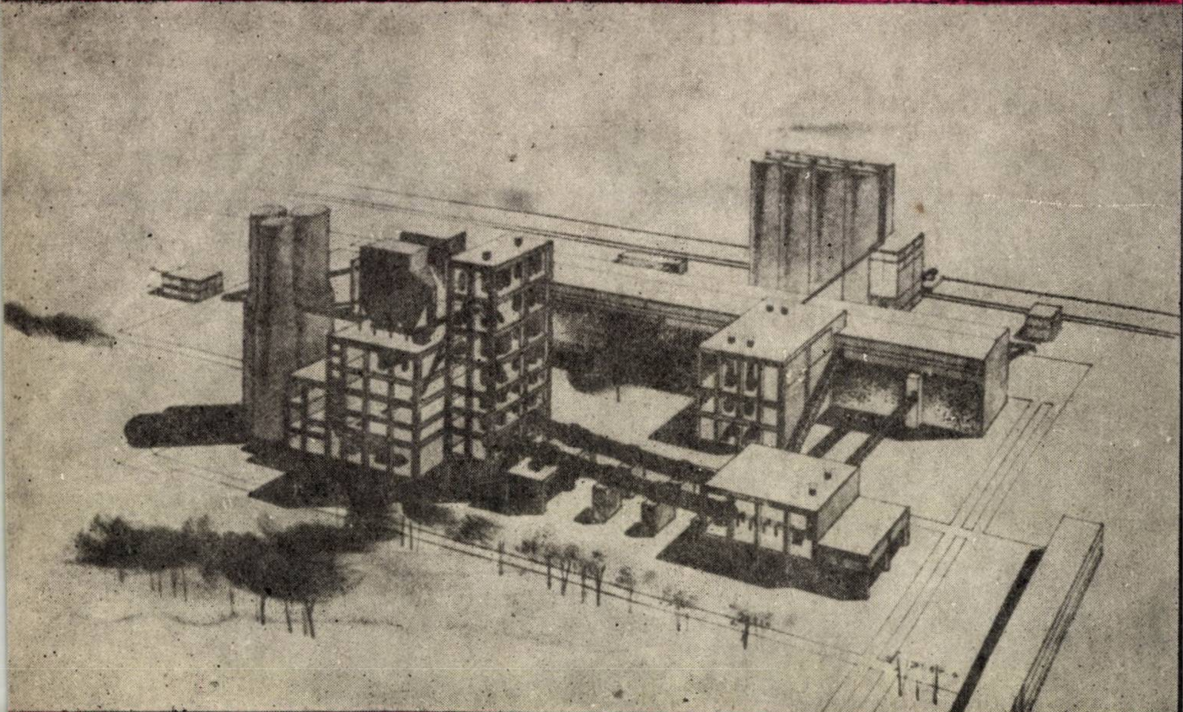
1969 OKT 2. 31

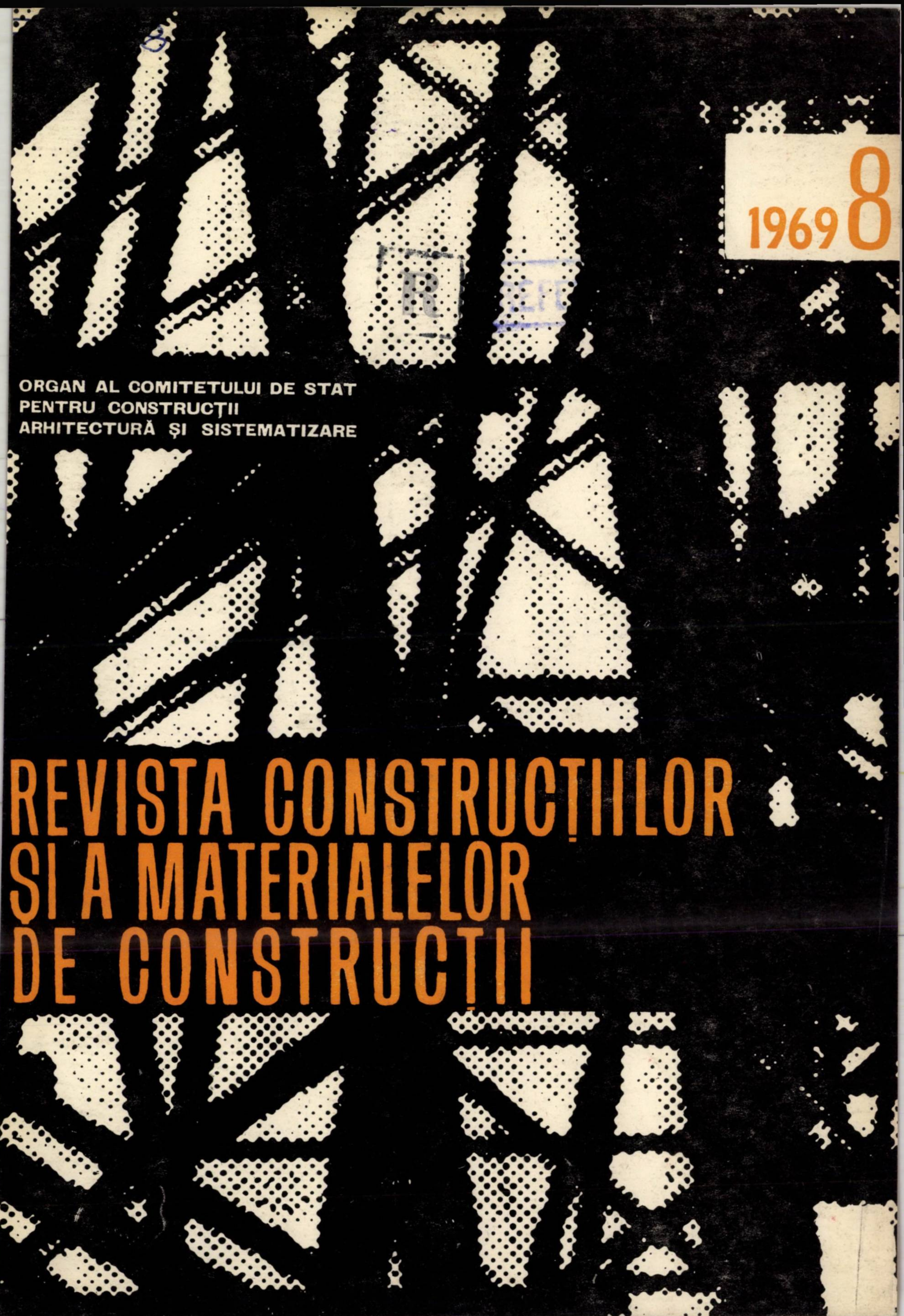
éxécute



- outillages, équipements, projets et assistance technique pour fabriques de ciment utilisant le procédé humide ou sec, fabriques de briques et de tuiles, fabriques de pièces préfabriquées en béton (grands panneaux pour immeubles d'habitations, éléments industriels, poteaux éléctriques, gouttières pour irrigations, tuyaux à pression, etc.), fabriques d'argile expandée.
- installations de coffrages glissants pour diverses constructions (fourneaux industriels à section variable, silos à cellules de formes et dimensions diverses, constructions d'habitations).

Pour informations et offres s'adresser à
I.S.C.E. INDUSTRIALEXPORT, 2, rue Gabriel Péri, Bucarest ROUMANIE
Téléphone: 116 ★ Telex: 214 ★ Télégrammes: INDEXPORT





1969 8

R

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT
PENTRU CONSTRUCȚII
ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

23
AUGUST
1944—1969

25
1944-1969

E 1688

R

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT PENTRU
CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

8

1969

VOLUMUL 21, Nr. 8

AUGUST 1969

SUMAR

R. AGENT :

Realizări valoroase în domeniul sistemelor constructive la clădirile industriale 39

P. VERNESCU :

Tipizarea, bază a industrializării construcţiilor . 40

A. MEDVEŢCHI :

Progresul tehnic în industria materialelor de construcţii din România 40

D. F. DUMITRESCU :

Cercetările ştiinţifice în construcţii 41

M. LUPAN :

Progrese recente realizate în tehnica prefabricării construcţiilor de beton armat din ţara noastră şi probleme de viitor 41

E. BOTEA, R. J. BALLY:

Aspecte ale dezvoltării geotehnicii şi a tehnicii fundaţiilor în R.S.R. 43

A. MIHUL, S. ROTMAN :

Sisteme cutate precomprimate alcătuite din plăci plane utilizate la structura de rezistenţă a sălii de sport din Piatra Neamţ 43

RECENZII

DOCUMENTARE

43 305

Revista Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii, organ al Comitetului de Stat pentru Construcţii, Arhitectură şi Sistematizare — Redacţia, administraţia şi casieria : Bucureşti, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon : 16.49.14. Abonamentele se primesc numai la sediul redacţiei. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.39 Direcţia Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacţia publicaţiilor „Revista Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii" şi „Arhitectura"

Preţul unui exemplar lei 8

Taxele poştale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul : Intreprinderea Poligrafică „Informaţia" — Bucureşti. c. 371

SUMMARY

R. AGENT : Outstanding achievements in the field of industrial building structures

The constantly growing degree of industrialization, the introduction of new building materials as well as the highly diversified solutions as required by the specific character of each industrial branch or each type of industrial building are the main elements that have finally resulted in the outstanding advances recorded in the field of structural systems for industrial buildings erected in our country these last few years.

The author presents a series of recent outstanding achievements in the field of industrial building systems and which have been awarded C.S.C.A.S. prizes in the 1966—1968 period.

P. VERNESCU : Typification — the base of building industrialization

Typification in the fields of both building design and research is mainly concerned with following items :

— promotion of building industrialization ;

— diminishing of design staffs and shortening of design terms for various investment projects ;

— realization of technically, economically and functionally outstanding constructions.

The author then briefly describes the development of the manufacture of typified reinforced concrete elements cast in plant, outlines the savings on site, shows how the labour productivity has increased and finally presents the different development stages of large panelled house building.

A. MEDVEȚCHI : Technical progress in the building materials industry of the Socialist Republic of Romania

The article expounds the evolutionary development of the romanian building materials industry in the last 25 year period.

The goal pursued in developing these branches was to provide under the most efficient possible conditions the building materials and components for the building sector ; the major trend consisted in enlarging the stock of available products and in increasing the degree of manufacturing industrialization.

D. DUMITRESCU : Scientific research in building

After a brief account of the development of research activity in building in our country, the author describes the activity of INCERC (Research Institute for Building and Building Economy) — this being a powerful governmental research institute whose activity covers almost every branch of building.

M. LUPAN : Recent progresses in the prefabrication of reinforced concrete buildings in this country and related future problems

Prefabrication has recorded a considerable development in Romania, particularly these last few years, since it was recognized this was the main way toward building industrialization.

The author surveys the main aspects and characteristics of the present state of development reached by the prefabrication of reinforced concrete elements for civil and industrial buildings and engineering works with special reference to the most efficient types of prefabricated components and structures ; he then outlines the improvements in the technology of prefabricated elements and structures and finally points out the contribution of scientists, designers and producers.

E. BOTEA, R. J. BALLY : Some aspects of the development of soil mechanics and foundation engineering in Romania

The considerable volume of construction works determined by the development of our national economy since the end of the Second World War has required solutions for many intricate problems of foundation engineering and earth work and has consequently brought about a powerful development of both soil mechanics and foundation engineering.

The authors first list the units concerned with prospecting and computations in the field of soil mechanics and foundation engineering and afterwards expound several methods recently applied in order to clarify either a new problem or an investigation procedure.

A. MIHUL, S. ROTMAN : Prestressed folded structures assembled of plane slabs — the structure of the roofed sports arena of Piatra Neamţ

The article expounds the basic idea and details of the construction of the structure for a 24 meters span roofed sports arena in Piatra Neamţ. The joining crossframes which combine to realize the structure of the roofed sports arena are made of prestressed folded beam components and of columns of variable triangular cross section with the central edge outside. This structural solution as well as the architectural aspect achieved are compared with the results obtained with a similar structure designed for the roofed sports arena of the city of Gheorghe Gheorghiu-Dej whose central edge of the columns is inside the building.

The article equally displays a series of details concerning the difficulties encountered by the contractor and which were mainly due tot the apparent concretes to be cast on sloped planes.

SOMMAIRE

R. AGENT : Réalisations notables dans le domaine des systèmes constructifs appliqués aux bâtiments industriels

L'industrialisation poussée, les matériaux nouveaux mis à la disposition du projettant, ainsi que la large diversification des solutions proposées suivant les traits spécificques aux différents types d'industries et de halls sont autant d'éléments qui expliquent les remarquables progrès faits dans le domaine des systèms constructifs appliqués ces dernières années aux bâtiments industriels exécutés en Roumanie.

L'auteur présente un nombre de réalisations remarquables obtenues ces dernières années dans le domaine des systèmes constructifs industriaux et distinguées par des prix C.S.C.A.S. accordés pour la période 1966—1968.

P. VERNESCU : La typisation, fondement de l'industrialisation en constructions

L'activité de typisation dans l'étude de conception des constructions et dans le domaine de la recherche a comme buts immédiats :

— de promover l'industrialisation des constructions ;

— d'économiser les forces de conception et d'écourter les délais d'élaboration des projets d'investissements ;

— d'assurer les conditions optimales d'exécution du point de vue technique, économique et fonctionnel.

L'auteur fait une brève présentation de la dynamique de production des éléments préfabriqués en béton armé telle qu'appliquée dans les fabriques, selon les projets-types, en considérant les économies réalisées sur le chantier, la hausse de la productivité du travail et les étapes du développement des constructions d'unités d'habitation en grands panneaux.

A. MEDVEŢCHI : Progrès techniques dans l'industrie des matériaux de construction de Roumanie

L'auteur décrit l'évolution de l'industrie des matériaux de construction en Roumanie pendant les dernières 25 années.

Cette branche ayant comme but de fournir au secteur des constructions en bâtiment les meilleurs et les plus efficaces matériaux et éléments de construction, la tendance que l'on poursuit est d'élargir l'assortiment des produits et d'accroître le degré d'industrialisation du processus de production.

DUMITRESCU : La recherche scientifique en construc-
ns

Un bref historique du développement de l'activité de la
herche en Roumanie est suivi par un présentation de l'ac-
ité de l'INCERC (Institut pour la recherche en construc-
ns et economie des constructions) lequel, à l'heure actuelle,
devenu une puissante organisation de recherches à l'é-
elon républicain, dont l'activité couvre presque la totalité
s spécialités que l'on puisse trouver dans le secteur des con-
ructions.

. LUPAN : Progrès récents dans la technique de la préfabri-
tion des constructions en béton armé en Roumanie et pro-
èmes envisagés dans le futur

La préfabrication — comme moyen principal d'aboutir
une industrialisation poussée des travaux de construction
- a pris un vigoureux essor en Roumanie, surtout dans le
ernier temps.

L'auteur passe en revue les principaux aspects et caracté-
stiques de l'étape actuelle du développement de la tech-
ique de préfabriquation du béton armé dans les constructions
e génie civil et industrielles, les types d'éléments et struc-
ures en préfabriqués donnant le maximum de rendement,
s améliorations apportées à la technologie des éléments et
tructures en préfabriqués ; il fait ressortir l'apport de l'ac-
ivité de la recherche, de l'étude de conception et de la pro-
uction.

. BOTEA, R. J. BALLY : Aspects du développement de la
éotechnique et technique des fondations en Roumanie

Le volume important de constructions, déterminé par l'es-
sor pris par l'économie nationale après la deuxième guerre
mondiale, a requis la résolution avec priorité d'un nombre
de problèmes complexes ayant trait aux fondations et tra-
vaux de terrassement, ce qui a entraîné un vigoureux dé-
veloppement de la géotechnique et de la technique des fon-
dations.

Après avoir présenté les organisations qui s'occupent des
prospections et de l'étude dans le domaine de la géotechnique
et des fondations, les auteurs décrivent un nombre de méthodes
nouvelles appliquées dans les investigations et à l'élucida-
tion de certains problèmes nouveaux.

A. MIHUL, S. ROTMAN : Systèmes à plis précontraints constitués de plaques planes et utilisés à la structure de résistance de la salle de sports de la ville de Piatra Neamţ.

Les auteurs présentent la conception et quelques détails constitutifs de la structure de résistance de la salle de sports construite dans la ville de Piatra Neamţ (ouverture 24 m). Les cadres transversaux, lesquels réalisent par juxtaposition la salle de sports, sont constitués d'éléments à plis de forme prismatique, précontraints, pour les poutres du cadre, et de forme triangulaire à section variable pour les piliers avec l'arête centrale disposée vers l'extérieur. La solution structurale et l'aspect architectonique obtenus sont comparés avec ceux obtenus pour la salle de sports construite dans la ville Gheorghe Gheorghiu-Dej, où l'on a adopté une structure similaire, à cette différence près que l'arête centrale des piliers était disposée vers l'intérieur.

Les auteurs fournissent également des données concernant les problèmes difficiles qu'on a eu à résoudre pendant l'exécution de la salle, se rattachant notamment à la réalisation des bétons apparents sur des plans inclinés.

INHALT

R. AGENT : Einige bedeutendere Leistungen auf dem Gebiet der Tragkonstruktionen für Industriebauten

Die Steigerung der Bauindustrialisierung, die Einführung von neuen Baustoffen und die immer grössere Mannigfaltigkeit der baulichen Lösungen bewirkt durch die Eigenartigkeiten einzelner Industriezweige und Bauten sind die Hauptfaktoren die einen bedeutenden Aufschwung auf dem Gebiet der baulichen Lösungen für die jüngstens errichteten Industriehallen hierzulande gefördert haben.

Der Autor macht den Leser bekannt mit einigen bedeu den Leistungen der letzten Jahre auf dem Gebiet des In triebaus und denen C.S.C.A.S.-Preise in den 1966—1 Jahren verliehen wurden.

P. VERNESCU : Typisierung als Grundlage der Bauindust lisierung

Die Typisierung angewandt auf dem Gebiet der Pro tierung und Forschung bringt folgendes mit sich für Bausektor :

— Förderung der Bauindustrialisierung ;

— Ersparnisse an Arbeitskräften auf dem Gebiet der Proj tierung und Kürzung der Projektierungstermine der Inve tionen ;

— technisch, wirtschaftlich und funktionel optimale B leistungen.

Der Autor beschreibt in kurzem die Entwicklung der zeugung von Stahlbeton Typenfertigteilen im Werk, h hervor die Ersparnisse erlangt an der Baustelle, die St gerung der Arbeitsproduktivität und schliesslich die einz nen Entwicklungsetappen der Wohnbauten nach der Gro plattenbauweise.

A. MEDVEȚCHI : Technische Fortschritte in der Bausto industrie der Sozialistischen Republik Rumänien

Der Artikel befasst sich mit der Entwicklung der Bausto industrie Rumäniens in den letzten 25 Jahren.

Da Ziel der Entwicklung dieser Industriezweige die Ve sorgung des Bausektors mit den bedeutendsten Baustoff und Teilen unter wirtschaftlich günstigen Bedingungen wa ergibt sich die Haupttendenz die Auswahl der Erzeugnis zu steigern und die Industrialisierung der Produktion z fördern.

D. DUMITRESCU : Wissenschaftliche Forschung im Bausek tor

Nach einer kurzen Schilderung der Forschungstätigkei auf dem Gebiet des Bauwesens hierzulande, befasst sich de Autor mit dem Beitrag des INCERC (Forschungsinstitu für Bauwesen und Bauwirtschaft) — ein hervorragendes sta atliches Forschungsinstitut dessen Interessengebiet fast di Gesamtheit der Fachzweige einschliesst.

M. LUPAN : Neueste Entwicklungen auf dem Gebiet de Vorfertigung von Stahlbetonkonstruktionen hierzulande un einige Fragen die Zukunft betreffend

Als Hauptweg der zur Industrialisierung der Bautätig keit führt, hat sich die Vorfertigungstechnik hierzulande besonders in den letzten Jahren, stark entwickelt.

Der Autor befasst sich mit den bedeutendsten As pekten und Eigenartigkeiten des gegenwärtigen Entwick lungsstadiums der Vorfertigung von Stahlbetonbauteiler für den Hoch- und Industriebau sowie für Ingenieurbauten wirtschaftlich vorteilhafte Fertigteile und vorgefertigt Tragkonstruktionen, Besserungen in der Erzeugung vo Fertigteilen und vorgefertigten Tragkonstruktionen, Beitrag der Forschung Projektierung und Erzeugung.

E. BOTEA, R.J. BALLY : Einige Aspekte der Entwicklung der Bodenmechanik und des Grundbaus in der Sozialistischen Republik Rumänien

Die bedeutenden Bauvorhaben bewirkt durch den Aufschwung der Volkswirtschaft nach dem zweiten Weltkrieg haben die Lösung verschiedener schwieriger Fragen des Grund- und Erdbaus erheischt und also einen kräftigen Aufschwung der Bodenmechanik und des Grundbaus gefördert.

Die Autoren zählen auf die Einheiten die sich mit Prospektion und Projektierung auf dem Gebiet der Bodenmechanik und des Grundbaus befassen und heben hervor einige neue Verfahren angewandt auf dem Gebiet der Forschung und die zur Klärung einiger jüngstens aufgetretenen Fragen beigetragen haben.

A. MIHUL, S. ROTMAN: Vorgespannte Faltwerke aus ebenen Platten zusammengesetzt als Tragkonstruktion der Sporthalle aus Piatra Neamţ

Der Artikel befasst sich mit der Gestaltung und einigen Baudetails der Tragkonstruktion für eine Sporthalle in Piatra Neamţ. Die 24 m seitgespannten aneinander liegenden Querträger die bei der Sporthalle angesandt wurden bestehen aus vorgespannten Riegeln aus Faltfertigteilen zusammengesetzt und aus Säulen mit veränderlichem dreieckigem Querschnitt deren zentral verlegte Kante an der Aussenseite liegt. Die Tragkonstruktion und die Architektur werden verglichen mit der baulichen Lösung die gewählt wurde für die Sporthalle der Gheorghe Gheorghiu-Dej Stadt wo die Tragkonstruktion ähnlicherweise gestaltet wurde mit dem einzigen Unterschied dass die zentrale Säulenkante im Innern liegt.

Der Artikel führt auch vor einige Daten betreffend verschiedene schwierigere Fragen die während des Baus auftraten, meistens verbunden mit dem Giessen von geneigten Sichtbetonflächen.

СОДЕРЖАНИЕ

Р. АДЖЕНТ: Ценные достижения в области несущих схем промышленных цехов

Рост степени индустриализации, внедрение новых материалов, а также и более обширное различие решений по отношению к специфике различного вида прмышленностей и цехов составили предпосылки, которые привели к значительному прогрессу в области несущих схем, применённых, в последние годы, для промышленных зданий в нашей стране.

Автор описывает ряд особых достижений полученных в последние годы в области несущих схем, промышленных зданий, отмеченных в 1966—1968 годах премиями Государственного Комитета по делам Строительства, Архитектуры и Градостроительства.

П. ВЕРНЕСКУ: Типизация, основа индустриализации строительства

Работа по типизации как в области проектирования зданий и сооружений, так и в области исследования осуществляет:

— продвижение индустриализации зданий и сооружений;

— экономию труда при проектировании и сокращение сроков разработки проектов капиталовложений;

— выполнение в оптимальных условиях зданий и сооружений, с точки зрения экономической и функциональной.

Автор вкратце описывает динамику производства сборных железобетонных элементов заводского изготовления, по типовым проектам, экономию полученную на стройках, рост производительности труда, а также и этапы развития домостроительства, выполняемого из крупных панелей.

А. МЕДВЕЦКИ: Технический прогресс в индустриализации строительных материалов в Социалистической Республике Румыния

В статье описана эволюция развития промышленности строительных материалов в течение последних 25-ти лет в С.Р.Р.

Так как цель развития этой отрасли состоит в обеспечении строительства главными материалами и строительными элементами, в условиях, по мере возможности, большей эффективности, главная тенденция состоит в обогащении сортимента изделий и увеличения степени индустриализации производства.

Д. ДУМИТРЕСКУ: Научные исследования в строительстве

После кратких исторических данных относительно развития исследовательской деятельности в области строительства в нашей стране, автор описывает работу ИНЧЕРКа (Исследовательского Института по Строительству и Экономике Строительства), который, в настоящее время, является мощным исследовательским на государственном уровне, которых охватывает в своей деятельности почти все специальности строительства.

М. ЛУПАН: : Последние прогрессы, достигнутые в нашей стране по технике сборного железобетонного строительства, и проблемы будущего

В качестве важнейшего пути по индустриализации строительства, изготовление сборных элементов получило, в особенности за последние годы, крупное развитие и в Румынии.

Автор производит обзор важнейших аспектов и характеристик актуальной стадии развития техники изготовления сборного железоветона для социальнобытового, индустриального и инженерного строительства в смысле эффективных видов элементов и конструкций, а также и усовершенствования сборных элементов и конструкций, выявляя внос исследования, проектирования и производства в это дело.

Е. БОТЯ, Р. Ж. БАЛЛИ: Аспекты развития геотехники и техники фундаментов в С.Р.Р.

Обширный объём строительства, предопределённый развитием национального хозяйства после второй всемирной войны, привёл к необходимости решения комплексных вопросов фундаментов и земляных сооружений и, само собой понятно, сильное развитие геотехники и техники фундаментов.

Авторы, после указания организаций, производящих изыскательские и проектные работы в области геотехники и фундаментов, описывают несколько новых методов, применяемых в области методики опознания и разьяснения некоторых новых проблем.

А. МИХУЛ, С. РОТМАН: Волнистые, предварительно напряжённые системы, собранные из плоских плит, применённые для несущей схемы спортивного зала в городе Пиатра-Нямц

Описывается как была задумана несущая схема, с пролётом в 24 метра, спортивного зала в г. Пиатра-Нямц, и некоторые детали из её составления. Поперечные рамы, которые, прилегая одна к другой, осуществляют спортивный зал, состоят из преднапряжённых ригелий, изготовленных, в свою очередь, из волнистых призматических элементов и из колонн, состоящих из элементов треугольного переменного сечения, установленных средней кромкой наружу. Решение несущей схемы и архитектурный аспект сходны с изготовленными для спортивного зала в городе Георге Георгиу-Деж, с той разницей, что у последних средняя кромка колонн находится с внутренней стороны.

Также в статье приведен ряд данных, связанных с трудными вопросами, которые возникли при выполнении работ, в особенности, с получением облицовочного слоя бетона, уложенного в дело на наклонных плоскостях.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

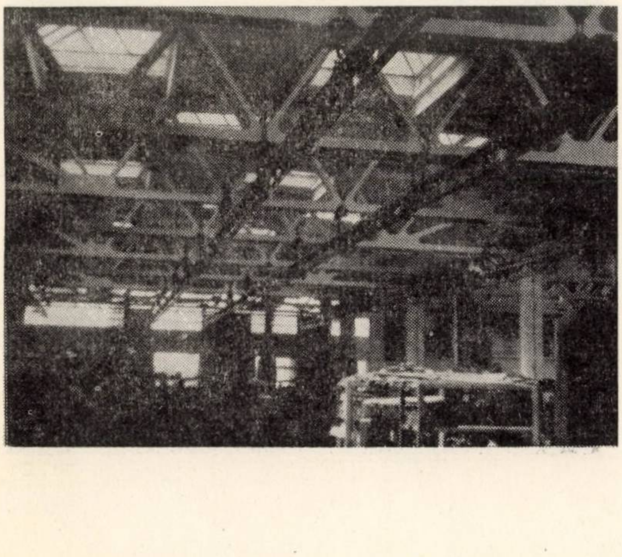
Realizări valoroase în domeniul sistemelor constructive la clădirile industriale

Ing. **Radu Agent**
C.S.C.A.S.

La clădirile industriale executate în cursul ultimilor ani în țara noastră s-au realizat progrese remarcabile în domeniul sistemelor constructive, sub aspectul creșterii gradului de industrializare și al introducerii unor materiale noi, în paralel cu o diversificare mai largă a soluțiilor în raport cu specificul diferitelor tipuri de industrii și de hale. Numeroase proiecte, atît din investițiile concrete, cît și din activitatea de tipizare, au fost apreciate ca deosebit de valoroase și distinse cu premiile anuale ale C.S.C.A.S. Dintre acestea vom recapitula în cele ce urmează cîteva dintre cele mai caracteristice și reprezentative, premiate în 1966—1968.

Un prim aspect care merită a fi relevat îl constituie perfecționarea continuă și aplicarea pe scară din ce în ce mai largă a elementelor prefabricate tipizate de beton precomprimat la acoperișurile halelor industriale. După cum este știut, o primă fază în dezvoltarea acestora pe linia industrializării a constituit-o etapa elementelor uzinate vagonabile limitate la lungimi pînă la 12 m și la greutăți pînă la 5 t, care a necesitat fragmentarea grinzilor principale în tronsoane asamblate prin precomprimare pe șantier. Soluția de bază a fost cea cu grinzi cu zăbrele, care, reactualizată în cadrul proiectului tip I.P.C.T. 2 066, acoperă deschideri pînă la 24 m și travee pînă la 12 m, prezentînd un grad ridicat de universalitate, cu posibilitatea suspendării de șarpantă a unei game variate de mijloace de transport interior sau de alte încărcări tehnologice. În figura 1 este arătată o hală cu transport suspendat de la uzina mecanică Balș (proiectant I.P.C.M.), iar în figura 2, o hală cu poduri rulante din industria chimică, ambele executate cu ferme de 18 și 24 m deschidere din seria 2 066.

Fig. 1



Pentru tipuri de hale cu condiții constructive mai ușoare (înălțimi reduse, travee de 6 m, amplasare în zone cu grad redus de seismicitate), fermelor proiectate de I.P.C.T. li s-a adăugat o variantă simplificată, proiectată de I.S.P.F., executabilă în aceleași tipare, cu barele de continuitate pe reazeme suprimate. În figura 3 este arătată o hală de fabricație de la C.I.L. Oradea Mare, executată cu ferme de acest tip.

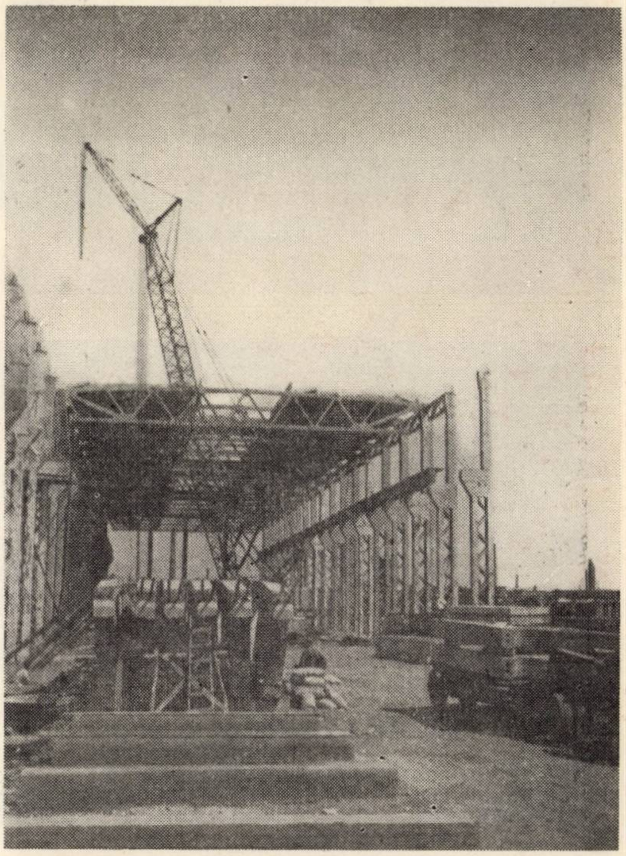


Fig. 2

Paralel cu aplicarea acestor proiecte, crearea treptată a unor condiții sporite de industrializare, prin posibilitatea de a uzina și vagona elemente prefabricate cu lungimi pînă la 18 m și cu greutăți pînă la 10—12 t, a permis începerea realizării de structuri cu grinzi principale nefragmentate în tronsoane, sub forma de

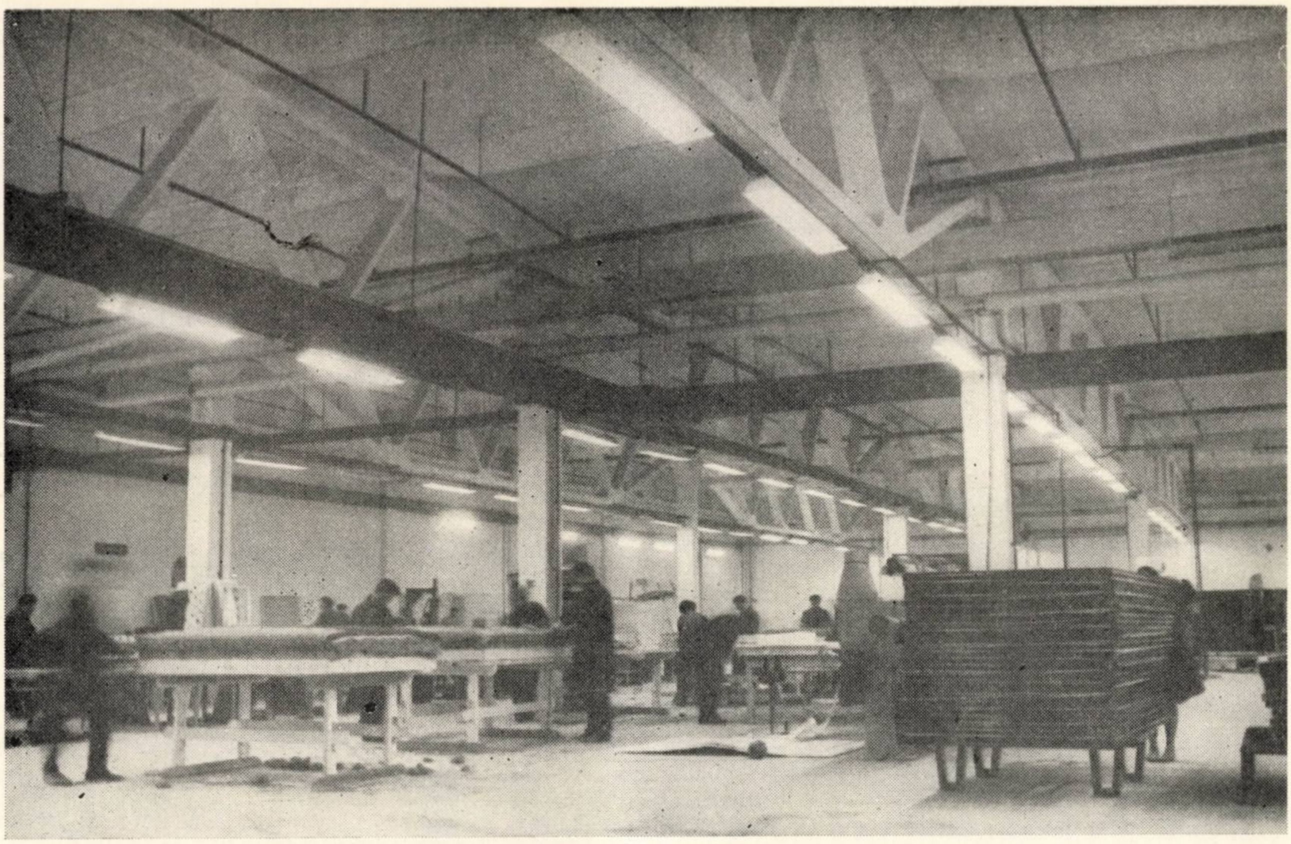


Fig. 3

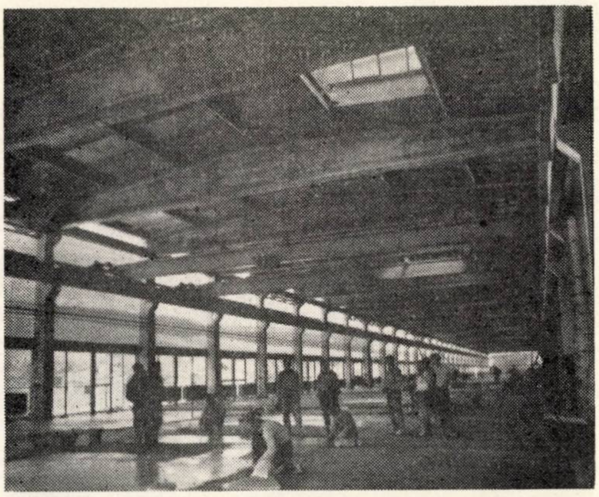


Fig. 4

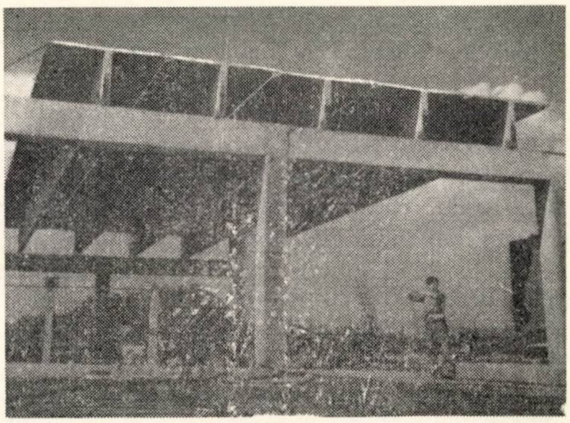


Fig. 6

Fig. 5

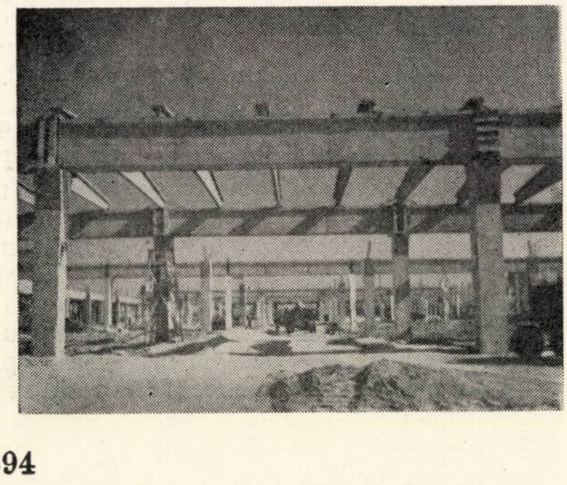
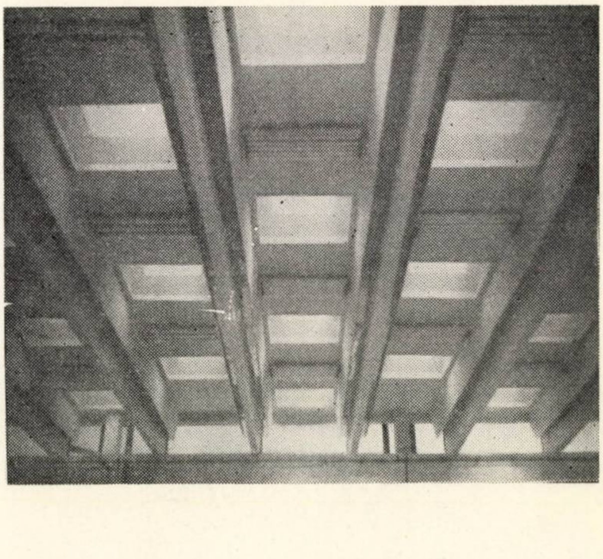


Fig. 7



grinzi cu inimă plină armate cu toroane. Astfel de structuri au fost tipizate, atît în soluția cu grinzi principale transversale la 6 sau 12 m interax (proiect I.P.C.T. 2 115), cît și în soluția inversă , cu grinzile principale dispuse în sens longitudinal și cu elemente secundare de 12—18 m deschidere (seria cu fîșii T și TT proiectată de I.P.I.M.P.C.).

Exemplificări ale utilizării structurilor cu grinzi cu inimă plină din seria I.P.C.T. 2 115 sînt arătate în figurile 4 și 5. În figura 4 este prezentată hala fabricii ,,Electroprecizia'' de la Săcele, cu grinzi la 6 m interax acoperite cu chesoane, iar în figura 5, hala comasată a fabricii de articole de cauciuc de la Drăgășani (proiectant I.P.I.U.), cu grinzi la 3 m interax acoperite cu plăci de beton celular autoclavizat.

Structurile cu grinzi T și TT și-au găsit, la rîndul lor, aplicație în domenii variate ale industriei. În figura 7 este arătată o structură cu grinzi T în curs de montare la hala noii fabrici de prefabricate Militari-București (proiectant I.P.I.M.P.C.).

La clădirea fabricii de nasturi Ghencea-București (proiectant I.P.I.U.) au fost utilizate grinzi T cu aripile decupate crenelat pentru intercalarea de luminătoare din cupolete de material plastic. În figurile 7 și 8 sînt arătate vederi interioare și exterioare ale acoperișului realizat.

Elementele TT au fost utilizate, atît la planșee de acoperiș, cît și la planșee intermediare (cu suprabetonare).

Toate cele trei serii de elemente prefabricate menționate mai sus au fost premiate de C.S.C.A.S. în 1968.

Folosirea elementelor tipizate cu caracter universal pe suprafețe de hale de aproape 3 milioane m^2, din cele mai variate domenii ale industriei, nu a exclus totuși proiectarea unor soluții speciale, tot cu elemente prefabricate, pentru hale cu condiții specifice și chiar tipizarea lor în cazurile cînd categoriile respective de hale au prezentat o suficientă repetabilitate. Dintre acestea este de evidențiat în primul rînd proiectul elaborat de I.P.I.U. pentru filatura de la Iași, premiat de C.S.C.A.S. în 1966 și care apoi a fost tipizat și aplicat la toate marile unități noi ale industriei textile construite la București, Pitești, Galați etc. Soluția, bazată pe grinzi principale din tronsoane asamblate prin precomprimare, avînd simultan funcțiunile de elemente portante și canale de ventilație, este deosebit de avantajoasă pentru clădirile blindate climatizate, eliminînd necesitatea unui pod tehnic general și a unor tubulaturi metalice pentru ventilație.

În figura 9 este arătată o structură de acest fel, la o hală terminată, iar în figura 10 o vedere din timpul execuției.

De asemenea, este de menționat prima utilizare a plăcilor subțiri prefabricate din beton precomprimat în formă de paraboloid hiperbolic, după un proiect întocmit de I.P.I.A., la fabrica de bere de la Bacău. Proiectul a fost premiat de C.S.C.A.S. în 1967. În figurile 11 și 12 sînt date vederi ale acoperișului halei respective, din interior și din exterior. Faptul că sistemul permite realizarea unui tavan neted, fără grinzi ieșinde, îl face deosebit de adecvat pentru industriile cu condiții speciale de igienă, cum este în special industria alimentară.

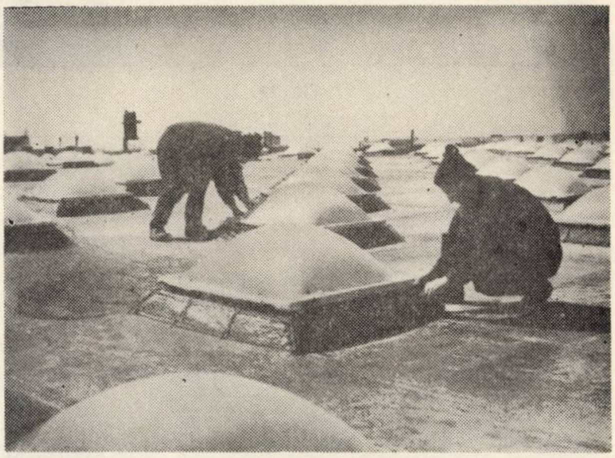


Fig. 8

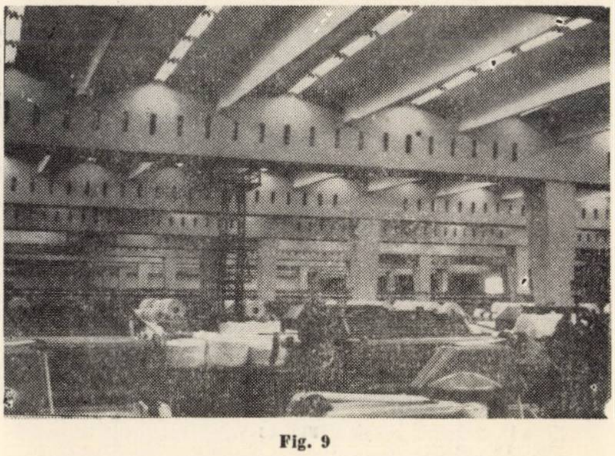
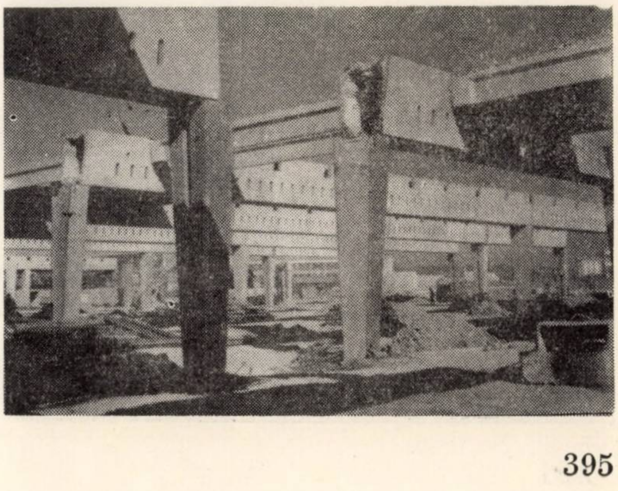


Fig. 9

Fig. 10



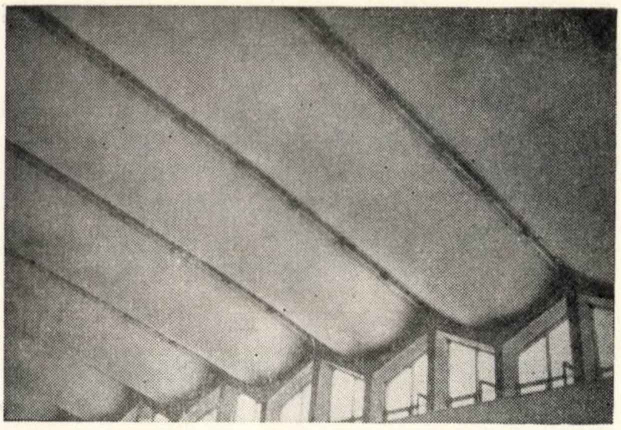


Fig. 11

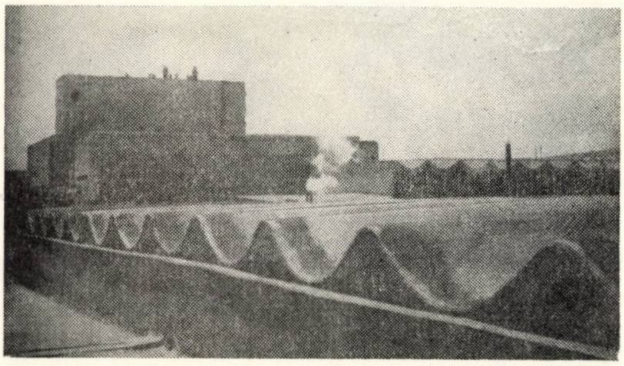


Fig. 12

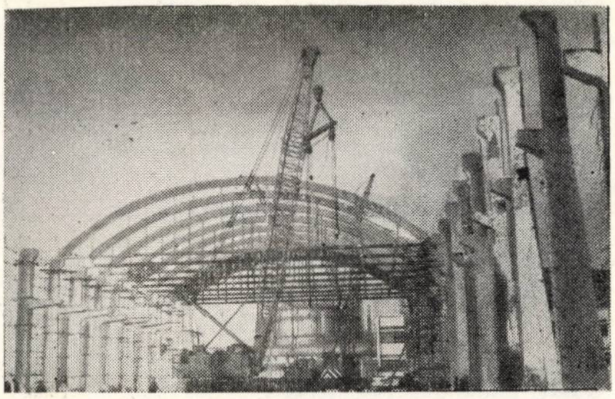
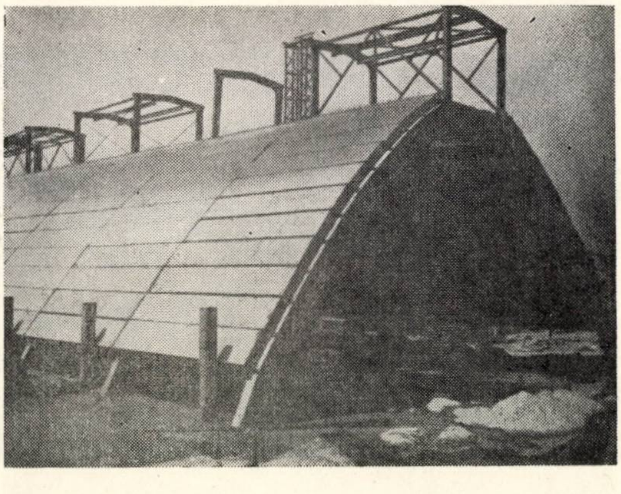


Fig. 13

Fig. 14

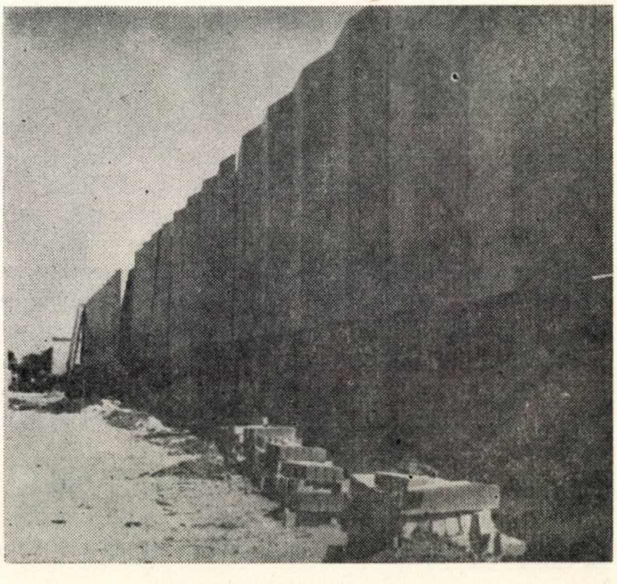


În legătură cu sistemele constructive din elemente prefabricate de beton armat și beton precomprimat au fost necesare și unele studii teoretice și experimentale pentru elucidarea diferitelor probleme legate de calculul static și în special de încadrarea în calcul a comportării la solicitări seismice. Dintre acestea, C.S.C.A.S. a premiat în 1966 studiul întocmit de I.P.C.T. cu privire la alcătuirea și calculul ca diafragmă la solicitări seismice a planșeelor prefabricate de acoperiș ale clădirilor industriale executate din elemente tipizate.

Dintre proiectele de structuri prefabricate cu caracter unicat și în același timp de performanță, bazate pe elemente principale portante preturnate pe șantier, sînt de citat cîteva realizări în sectorul industriei chimice. Depozitul de uree în vrac de la combinatul chimic Craiova, proiectat de IPRAN (fig. 13) folosește arce prefabricate la o deschidere de 30 m, iar depozitul de fosforite de la combinatul de îngrășăminte chimice de la Turnu-Măgurele, proiectat tot de IPRAN (fig. 14), utilizează un acoperiș urmărind forma taluzului natural al materialului înmagazinat.

În domeniul prefabricării panourilor de pereți exteriori pentru hale industriale, o soluție interesantă, premiată de C.S.C.A.S. în 1968, este cea cu panouri verticale incluzînd goluri de ferestre, adoptată de I.P.E.T. la clădirea principală a fabricii de elemente de automatizare de la Pipera. Panourile constau în chesoane de beton armat căptușite la interior cu o izolare termică și în același timp fonică, cerută de condițiile de fabricație. În figura 15 este arătată fațada halei, iar în figura 16, un panou în timpul decofrării.

Fig. 15



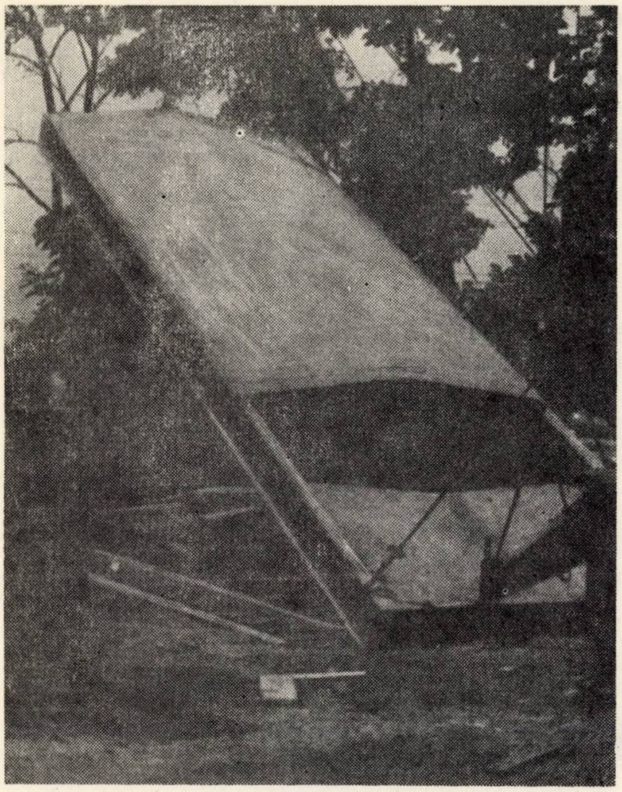
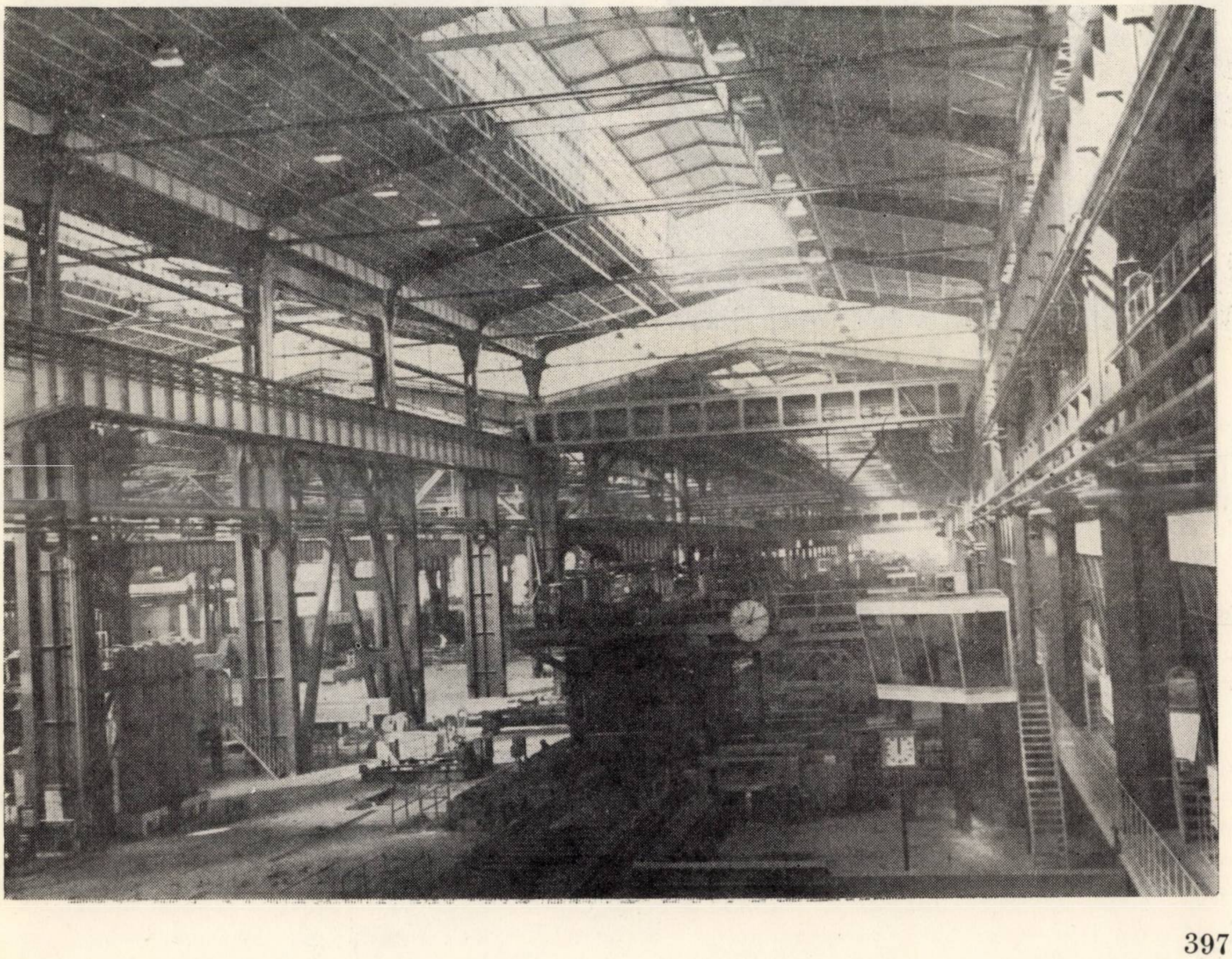


Fig. 16

În ultimii ani s-a dus o acţiune mai susţinută de studiu şi tipizare şi în ce priveşte şarpantele metalice, elaborîndu-se primele cataloage de elemente metalice tipizate şi o serie de secţiuni exemplificative. Un aport remarcabil a adus în acest sens seria de cataloage şi secţiuni tip elaborată de IPROMET pentru hale cu poduri rulante grele, cu structuri de rezistenţă integral din metal. Proiectul a fost premiat de C.S.C.A.S. în 1968. De asemenea, tot în 1968 au fost premiate şi proiectele elaborate de I.P.L. pentru laminorul de tablă groasă şi hala cuptoarelor adînci de la combinatul siderurgic ,,Gh. Gheorghiu-Dej'' din Galaţi, clădiri cu dimensiuni şi solicitări importante, la care s-au pus probleme dificile la proiectarea structurilor de rezistenţă metalice, sub aspectele legate de caracterul macroporic al terenului de fundaţie (adoptarea de structuri cu sensibilitate redusă la diferenţe de tasări, măsuri de compensare a tasărilor etc.). În figura 17 este prezentată o vedere a structurii metalice a halei laminorului de tablă groasă.

Deşi folosite pe scară mai restrînsă, structurile de beton armat monolit au prilejuit realizarea unor proiecte valoroase, atît sub aspectul

Fig. 17



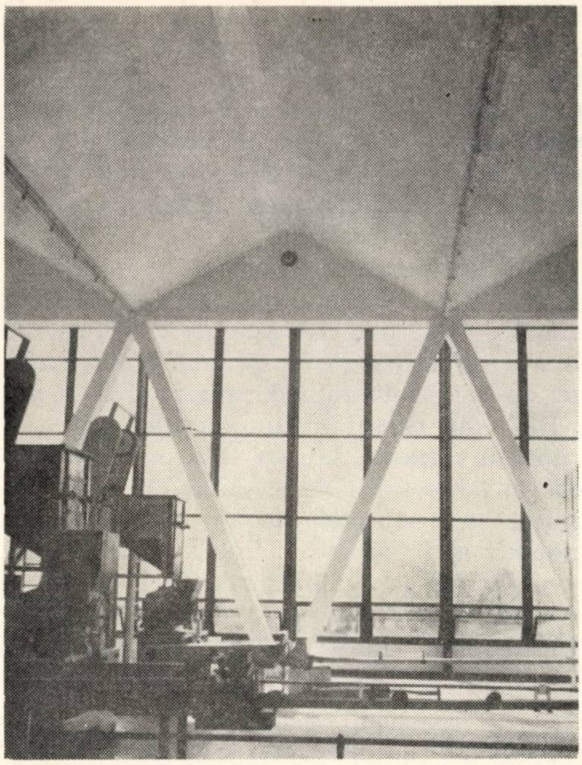


Fig. 18

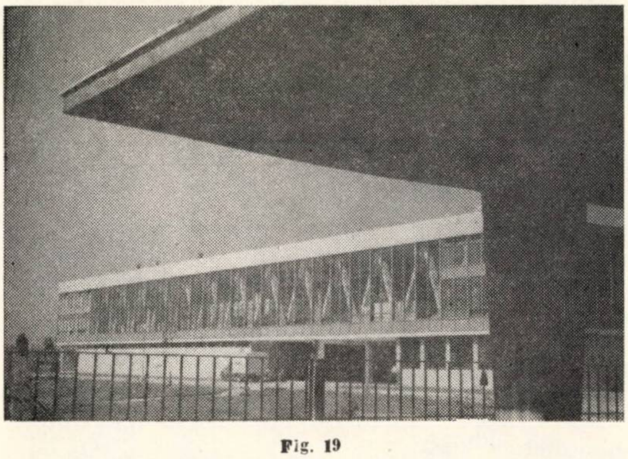


Fig. 19

soluţiilor constructive, cît şi sub cel al arhitecturii exterioare şi interioare. La clădirea principală de producţie a fabricii de pîine Titan Bucureşti, proiectată de I.P.I.A., cu deschideri de 24 m, la care condiţiile speciale de igienă au cerut realizarea unui tavan neted, s-a adoptat o soluţie cu plăci subţiri cutate monolite de beton precomprimat, rezemate pe stîlpi în formă de V (fig. 18). În condiţiile execuţiei monolite, soluţia cu plăci cutate, pe lîngă faptul că realizează condiţiile de tavan neted cerute de tehnologie, a dat posibilitatea folosirii maximale a cofrajelor plane de inventar şi a facilitat dispoziţia cablurilor pretensionate. Totodată, stîlpii în formă de V din faţade sînt ingenios folosiţi cu grindă cu zăbrele în zonele cu travee mărită (fig. 19). Proiectul a primit premiul C.S.C.A.S. în 1966.

O altă construcţie de beton armat monolit, cu caracter pronunţat de unicat reprezentativ, premiată de C.S.C.A.S. în 1967, este pavilionul pentru expoziţia de mobilă al combinatului de industrializarea lemnului de la Pipera. Clădirea, proiectată de I.S.P.F., foloseşte o structură din paraboloizi hiperbolici cu contur pătrat, acoperind deschideri libere de 24 ×24 m, într-o soluţie deosebit de economică din punctul de vedere al consumului de metal şi beton.

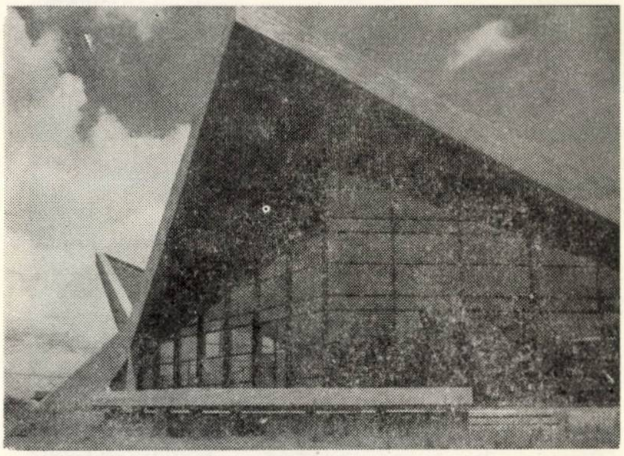


Fig. 20

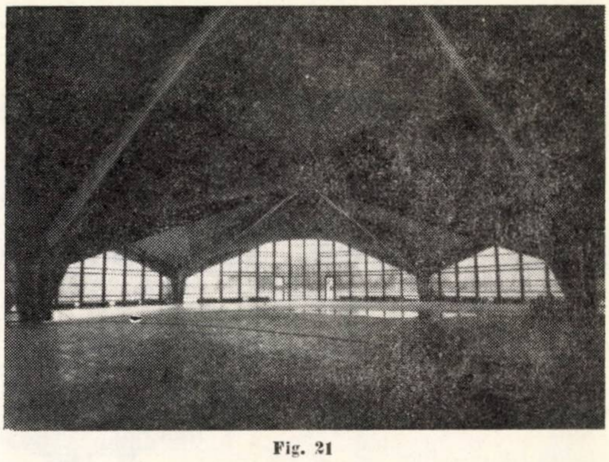
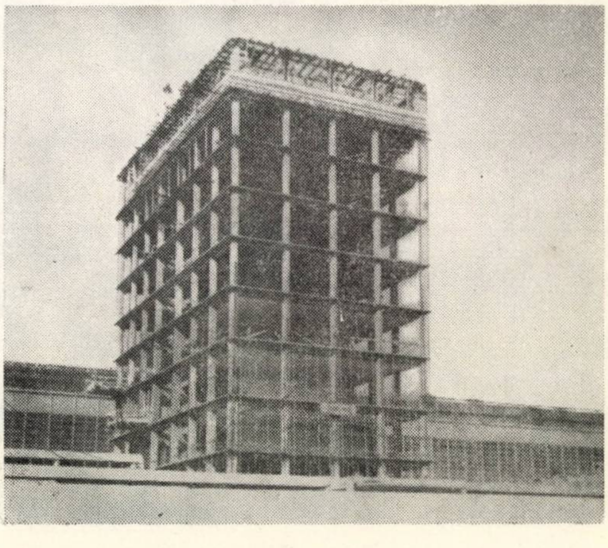


Fig. 21

Fig. 22



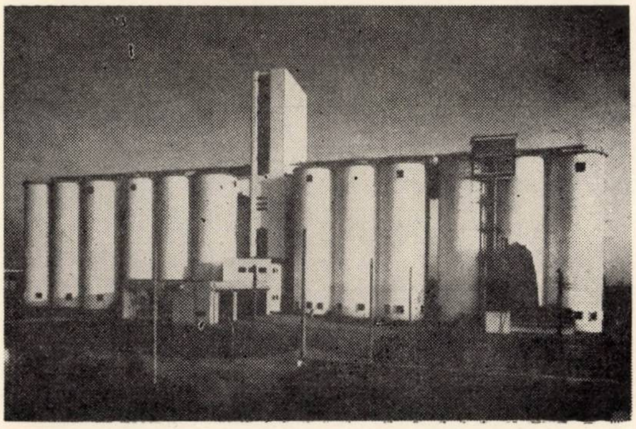
În figurile 20 şi 21 sînt prezentate aspecte ale construcţiei.

Structuri interesante de beton armat monolit au fost adoptate la o serie de pavilioane administrative multietajate ale marilor unităţi industriale, la care, printr-o dispoziţie avantajoasă a diafragmelor verticale portante, s-a asigurat, o dată cu preluarea în bune condiţii a forţelor orizontale, o reducere la minimum a servituţilor create de prezenţa acestor diafragme în ce priveşte flexibilitatea funcţională a clădirilor respective. O astfel de soluţie, premiată de C.S.C.A.S. în 1967, este cea folosită de IPROMET la pavilionul administrativ al laminorului de tablă groasă de la combinatul siderurgic ,,Gh. Gheorghiu-Dej" din Galaţi (fig. 22).

O dezvoltare deosebită a cunoscut în ultimii ani, la construcţiile industriale, utilizarea cofrajelor glisante pentru executarea construcţiilor speciale în formă de turn, cum sînt silozurile, castelele de apă, turnurile de granulare, coşurile de fum etc. Dintre proiectele premiate în acest domeniu sînt de menţionat: silozul de cereale de la Palas-Constanţa, proiectat de I.P.I.M.P.C. (fig. 23), silozul fabricii de uleiuri vegetale de la Iaşi, proiectat de I.P.I.A. (fig. 24), turnurile de granulare de la combinatul chimic Craiova, proiectate de IPROCHIM (fig. 25) etc.

Exemplele citate mai sus nu epuizează, desigur, cazurile numeroase în care efortul creator şi competenţa proiectanţilor de frunte ai institutelor de proiectări industriale au adus şi continuă să aducă rezolvări remarcabile sub aspect tehnic şi economic. Totodată, premiile C.S.C.A.S. pentru lucrări valoroase, a căror acordare este condiţionată de legislaţia în vigoare prin intrarea prealabilă în funcţiune a unităţilor industriale respective, privesc implicit realizări cu cel puţin un an în urmă, astfel că nu reflectă cele mai recente soluţii adoptate în proiecte. Desigur că şi acestora le va veni rîndul să fie apreciate şi premiate pe măsura realizării lor.

Fig. 23



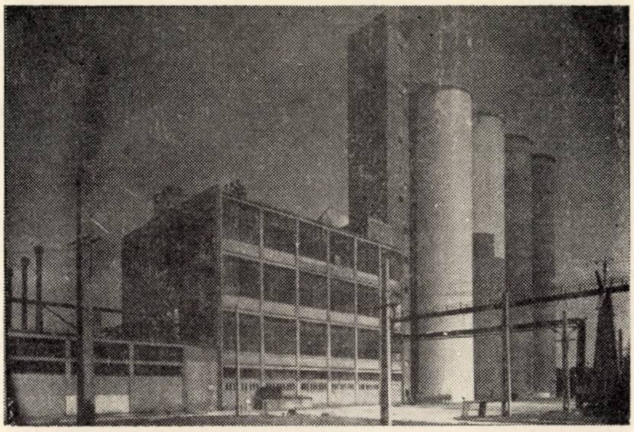


Fig. 24

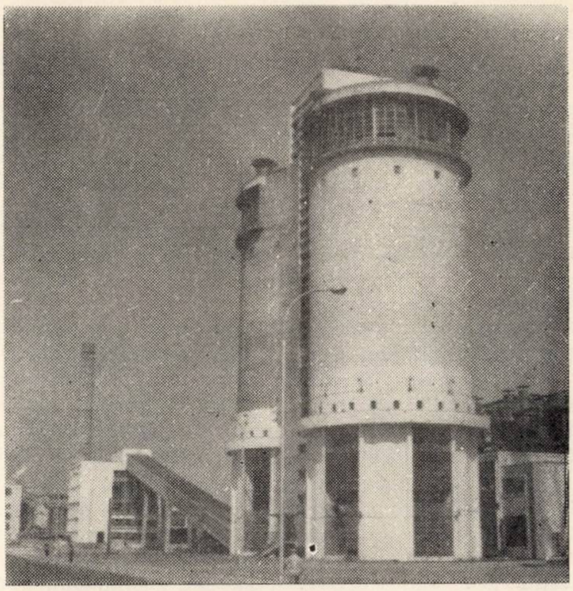


Fig. 25

Bibliografie

[1] Cazacliu A., Nelepcu D.: *Ferme de beton armat precomprimat realizate cu continuitate în cadrul secţiunilor tip de hale industriale cu trame de 18×12 şi 24×12 m.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 3, 1967.

[2] Creţu M., Cristev D., Iliescu T.: *Fabrica de pîine ,,Titan"-Bucureşti.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 7, 1965

[3] Grigoriu D., Săndulescu Gh.: *Aspecte în evoluţia concepţiei de alcătuire şi execuţie a structurilor de hale industriale parter în România.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 6, 1969.

[4] Löbel L., Popăescu A.: *Noi tipuri de elemente prefabricate de beton precomprimat pentru acoperirea halelor industriale.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 11, 1965.

[5] Mărăcine D.: *Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcţii industriale climatizate.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 1, 1969.

[6] Mihailescu J.: *Proiectarea undelor precomprimate, prefabricate de tip paraboloid hiperbolic.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 11, 1965.

[7] Naicu I.: *Depozit de materiale în vrac pentru industria chimică de îngrăşăminte.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 11, 1965.

[8] Scarlat A., Grigoriu D., Săndulescu Gh., Cazacliu A., Nelepcu D.: *Studii generale de fundamentări teoretice şi calculul practic al structurilor la secţiuni tip de hale industriale.* Studii I.P.C.T. nr. 2033 A şi 2019/I.

[9] Stoicovici D.: *Folosirea suprafeţelor subţiri cu dublă curbură la proiectarea unei expoziţii pentru produse din lemn.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 6, 1967.

[10] Stoicovici D., Agent R., Soare M.: *Cascarón paraboloide hiperbólico para sala de exhibiciones en Bucarest.* Revista I.M.C.Y.C., Mexico, ian.-febr., 1968.

Tipizarea, bază a industrializării construcţiilor

Ing. Petru Vernescu
Director I.P.C.

Astăzi, după ce au trecut mulţi ani de la primele începuturi ale activităţii de tipizare, ne este destul de clar, nu numai nouă, proiectanţilor, ci constructorilor în general, care este domeniul acestei activităţi, necesitatea ei, rolul pe care îl joacă în contextul activităţii sectorului de construcţii.

Astfel, s-a cristalizat de-a lungul anilor că prin acţiunea de tipizare se realizează în primul rînd promovarea industrializării construcţiilor, care prin esenţă are la bază tipizarea elementelor prefabricate, a clădirilor, secţiunilor şi porţiunilor de clădire în care se aplică.

În acelaşi timp se realizează şi :

— economii de forţe de proiectare şi scurtarea termenelor de elaborare a proiectelor de investiţii ;

— construcţii în condiţii optime din punct de vedere tehnic, economic şi funcţional, atît prin aplicarea şi adaptarea proiectelor tip şi directive, cît şi prin rolul acestora de etalon pentru toate proiectele de construcţii.

Pentru a corespunde acestor scopuri, activitatea de tipizare are un profund caracter de studii şi cercetare, atît în ceea ce priveşte necesităţile de arhitectură (funcţional şi confort) de dezvoltare a producţiei de materiale de construcţii, a bazelor şi utilajelor, a progresului economic, cît şi în ceea ce priveşte progresul tehnic (al metodelor de calcul şi al sistemelor constructive).

Activitatea în domeniul tipizării construcţiilor se împarte în două părţi importante: *de proiectare* (realizarea propriu-zisă a proiectelor tip) ; *de cercetare* (totalitatea studiilor încercărilor, optimizărilor etc.), avînd ca obiect toate aspectele, de la funcţiunea umană sau tehnologică, pînă la comportarea în detaliu a elementelor de construcţie. Această activitate de cercetare reprezintă baza care fundamentează activitatea de proiectare propriu-zisă, cu menţiunea că activitatea de cercetare este complexă şi antrenează permanent institutele de cercetare, producătorii, alte institute etc.

Privită aşa, tipizarea este o metodă contemporană în proiectarea construcţiilor, dar nu numai atît ; prin caracterul impus de rezolvarea construcţiilor de masă, tipizarea schimbă concepţiile proiectării obişnuite, căpătînd caracterul unei discipline aparte. Prin condiţiile pe care le creează : de studiu, de analiză comparativă, de sinteză, de experimentare, inginerul îşi lărgeşte sfera de preocupări şi tinde să devină om de ştiinţă.

Nu s-a făcut încă o ierarhizare în ceea ce priveşte importanţa unora sau altora dintre scopurile tipizării. M-aş alia acelora care consideră legătura industrializare-tipizare ca elementul cel mai important, deoarece anularea acestei legături nu este posibilă.

Graficele din figura 1 şi 2 arată dinamica producţiei de elemente prefabricate din beton armat în fabrici, iar la nivelul anului 1968, cînd valoarea corespunzătoare a fost de cca 1 000 000 000 lei, este marcat faptul că din totalul de beton prefabricat în producţia industrială, 90% s-a realizat după proiecte tip, ceea ce arată aportul economic deosebit adus de proiectarea tip.

Prin reducerea numărului de muncitori pe şantier, la nivelul producţiei de prefabricate a anului 1968, s-a realizat o economie la cheltuielile de cazare şi transport de cca 70 000 000 lei.

Ca urmare a proiectării paralele a tehnologiei de fabricaţie s-a ajuns ca, o dată cu introducerea noilor tipuri de prefabricate, să se realizeze o eficienţă economic superioară, atît în ceea ce priveşte indicatorii propriu-zişi ai pieselor, cît şi în ceea ce priveşte indicatorii de producţie în fabricile de prefabricate.

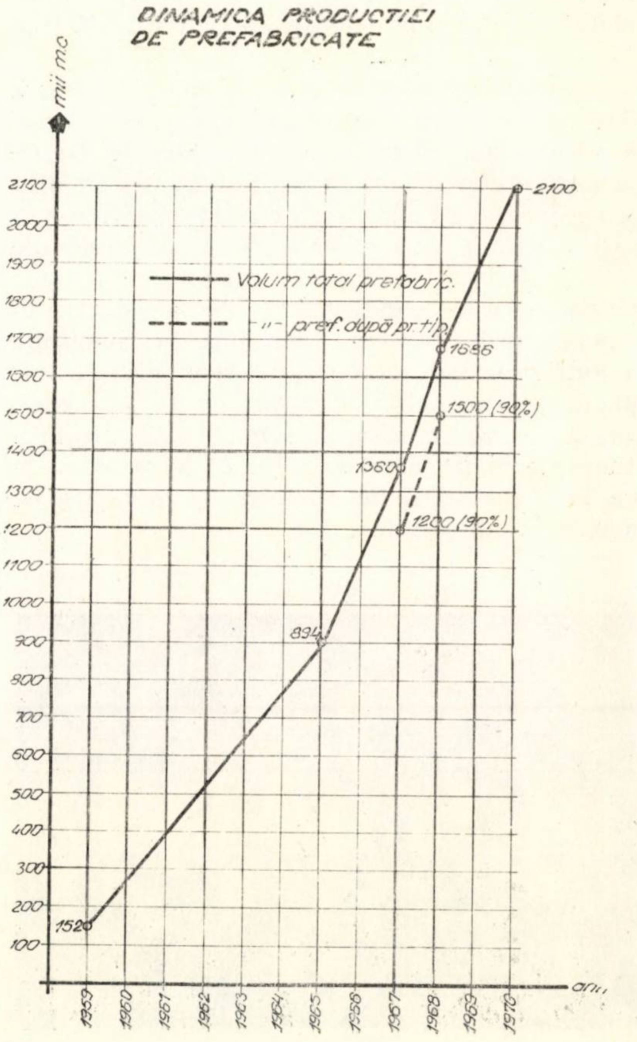
Astfel, o dată cu introducerea în producţie a noilor tipuri de prefabricate, a crescut productivitatea muncii pe liniile tehnologice de 2—3 ori, producţia pe unitatea de suprafaţă cu 30—40% şi, ca o consecinţă, preţul de cost a scăzut cu 8—10%. Productivitatea în fabrici creşte mai mult decît productivitatea generală în construcţii (fig. 3).

Aceste realizări ale producţiei industriale nu reprezintă decît o parte şi anume cea care se referă la producţia de prefabricate. O analiză completă a acestui subiect ar arăta rezultate mult mai importante din punct de vedere economic. Rolul tipizării trebuie înţeles, atît prin ponderea pe care o au proiectele tip în totalul producţiei industriale, cît şi prin aceea că datorită acestei ponderi a fost posibilă creşterea producţiei industriale.

O serie de exemple sînt edificatoare.

Construcţiile pentru locuinţe realizate din panouri mari de beton armat ocupă un loc important din totalul de apartamente construite în ultimii ani. Prima construcţie experimentală realizată în 1956 a marcat începutul dezvoltării acestui sistem, care atinge astăzi cca 20% din volumul construcţiilor de locuinţe.

Fig. 1



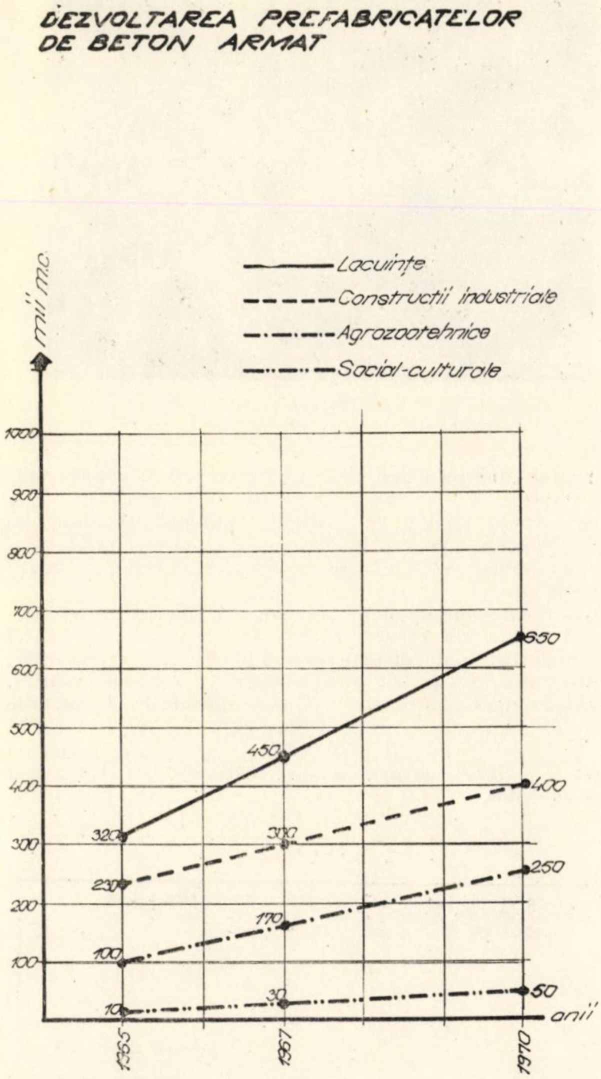
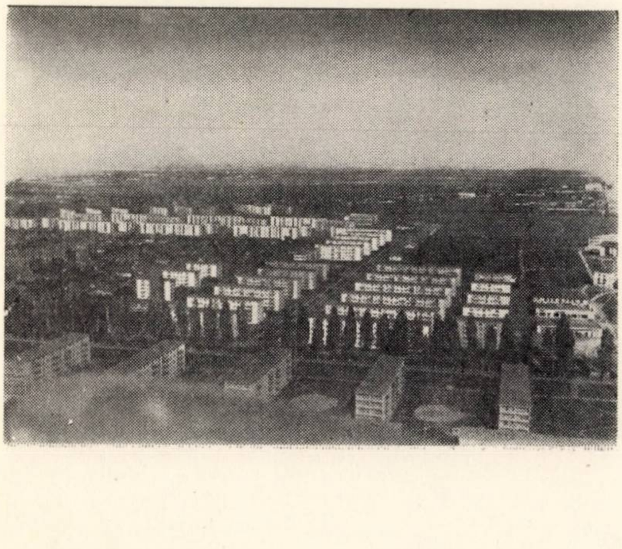


Fig. 2

Dezvoltarea construcţiilor de locuinţe din panouri mari a avut următoarele principale etape :

1956 — Blocul experimental din şos. Giurgiului, realizat cu betoane de zgură uşoare, omogene ; planşeele cu goluri.

Fig. 4



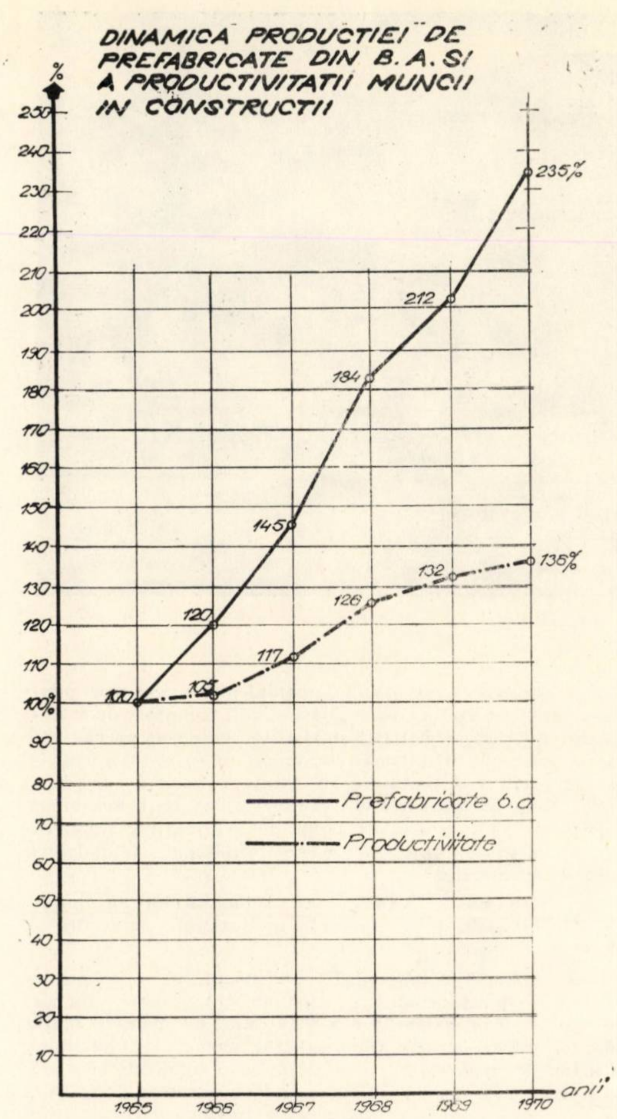


Fig. 3

1959 — Bloc experimental cu folosirea betonului greu la pereţi de 14 cm şi planşeele pline de 9 cm. Se folosesc prima dată elementele spaţiale pentru scări şi camera de baie.

1959—1961 — Realizarea ansamblului de la Braşov (2 000 de apartamente ; fig. 4).

1960—1962 — Realizarea ansamblului de la Iaşi (2 500 de apartamente) cu panouri livrate de la fabrica Roman (fig. 5). La aceste două ansambluri se introduc panourile exterioare în trei straturi. Izolaţia de vată minerală semirigidă.

1962 — Se elaborează şi începe să intre în producţie seria atît de bine cunoscută sub denumirea 1013 şi 1168 (fig. 6). Proiectele sînt caracterizate prin numeroase variante elaborate ulterior anului 1962. Aceste proiecte s-au aplicat în numeroase oraşe din ţară : Bucureşti, Braşov, Iaşi, Bacău, Roman, Ploieşti, Craiova, Reşiţa, Timişoara, Orşova, Cluj, Baia Mare — totalizînd 40 000 de apartamente.

1966 — Începe producţia tipului Militari-Bucureşti, care se montează şi la Piteşti (fig. 7).

1969 — Se tinde la generalizarea sistemului în toată ţara, cu caracter de masă.

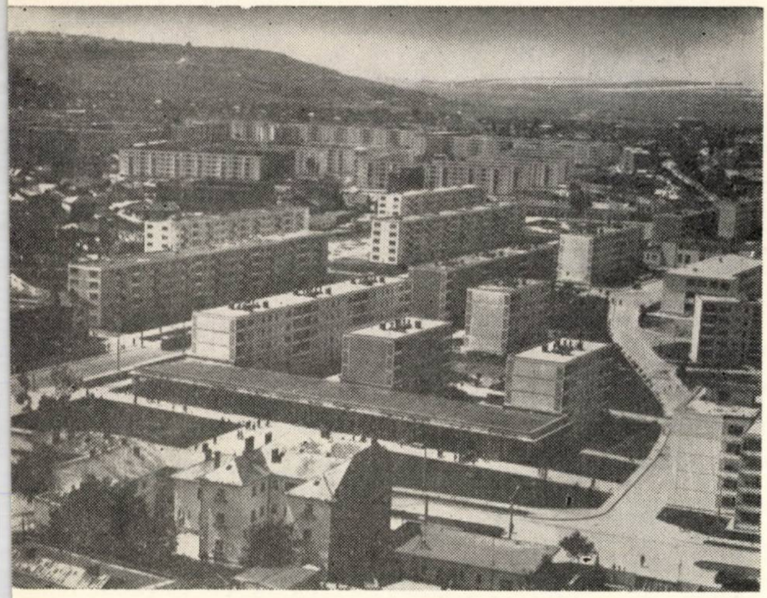


Fig. 5

Această activitate bogată în domeniul panourilor mari pentru locuințe s-a bazat pe numeroase studii elaborate de colective din I.P.C.T., INCERC şi D.G.P., care s-au specializat în acest domeniu. Gîndirea creatoare în această specialitate a format o disciplinare specifică a muncii de proiectare, obligînd realizarea de planuri clare pe o bază modulară, antrenînd în acelaşi timp pe arhitecţii şi inginerii constructori să se familiarizeze cu problemele tehnologiei industriei producătoare.

Astăzi sarcinile de diversificare a locuinţelor au impus I.P.C.T.-ului şi în acest domeniu un program de studii şi proiecte.

Paralel cu evoluţia prezentată este interesant să trecem în revistă principalele elemente care alcătuiesc concepţia de rezolvare statico-constructivă a sistemului din panouri mari.

Încă de la primul bloc experimental, concepţia fundamentală a fost de a realiza o construcţie cu o rigiditate spaţială cu o bună conformare în plan, avînd simetrie pe două axe, cu o transmitere cît mai uniformă a forţelor verticale prin pereţii portanţi interiori şi exteriori, cu rezemarea pe întregul contur al planşeelor.

La aceasta trebuie adăugate concepţia asupra îmbinărilor, care în linii mari prevede ,,restabilirea monolitismului'' prin legături distribuite realizate cu sudarea armăturilor şi betonarea rosturilor, preluarea eforturilor de întindere prin oţel, de compresiune prin beton, de forfecare prin frecare pe praguri şi pene.

Experienţele făcute de INCERC sub diferite forme au confirmat această concepţie. Nu susţinem că este unica valabilă, dar sigur este că această concepţie prezintă o siguranţă corespunzătoare.

De-a lungul anilor am păstrat această concepţie, perfecţionînd detaliile prin prevederea de oţeluri superioare PC 52 şi a sîrmei trase mate, dispunerea mai judicioasă a armăturilor, crearea unor rosturi cu o rezistenţă de forfecare mărită, asigurarea unei transmiteri cît mai uniforme în rosturile orizontale, înlocuirea izolaţiei semirigide cu izolaţie rigidă etc. La aceste studii şi perfecţionări, specialiştii noştri au lucrat în strînsă legătură cu specialiştii din INCERC şi ai producătorilor.

Fig. 6

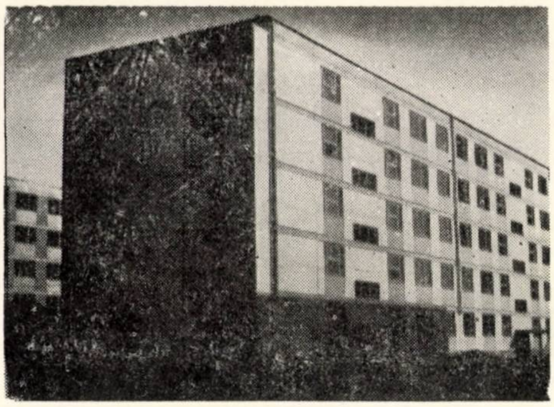
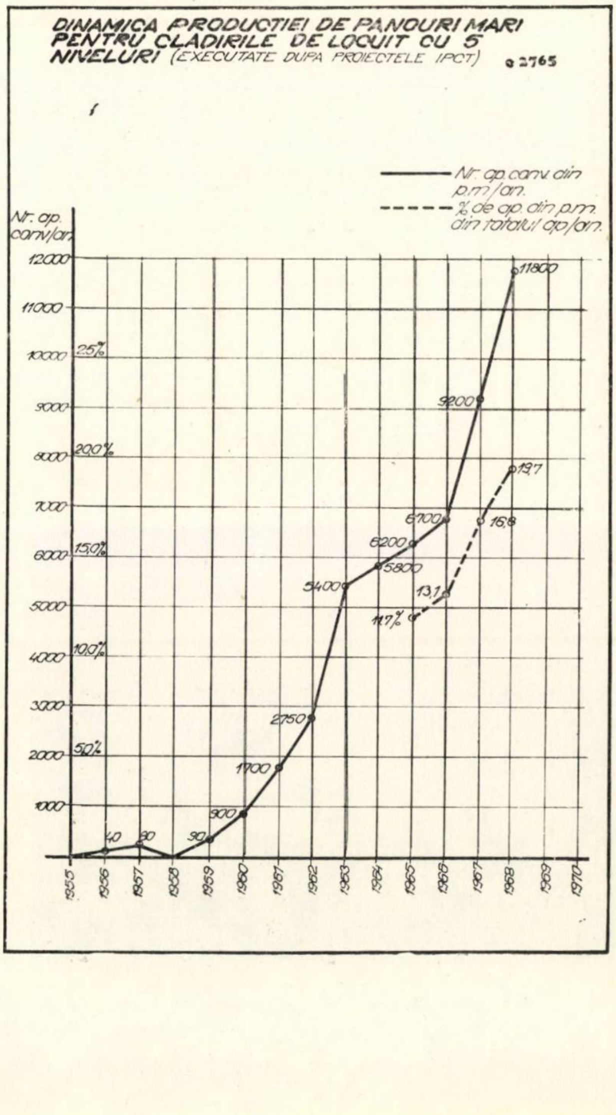


Fig. 7

Fig. 8



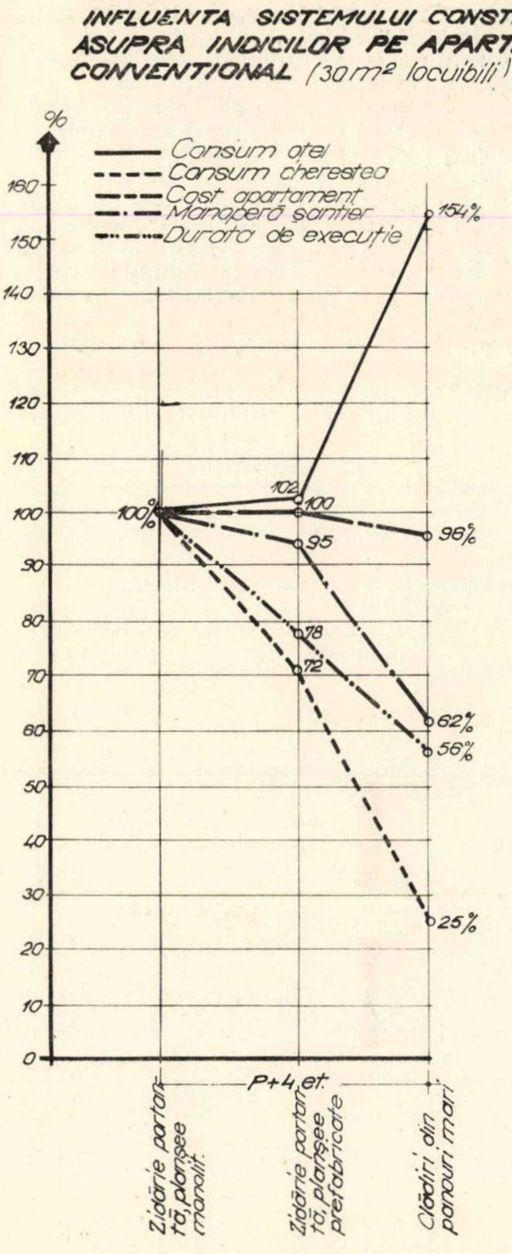


Fig. 9

Există tendințe de mărire a greutății panourilor în concordanță cu posibilitățile crescinde ale utilajelor, și anume de la 5 la 7 t și chiar la 10—12 t.

Există de asemenea în curs de definitivare o propunere a I.P.C.T. de a diferenția, în funcție de gradul de seismicitate, îmbinările, prin simplificarea lor substanțială pentru gradul 6 de seismicitate, propunere influențată de realizările ISCAS, INCERC de la Deva.

Problema modului de îmbinare a panourilor este departe de a fi încheiată. Este necesar ca cercetările și experimentările să continue cu mai multă intensitate, mai ales ținînd seamă de volumul crescînd al apartamentelor care se vor realiza cu acest sistem. Putem spune că gradul nostru de cunoaștere este încă destul de limitat, din fericire într-un singur sens. Știm sigur că ceea ce s-a făcut este bine. În ce măsură se poate face mai simplu, trebuie să aflăm datorită cercetărilor.

Pentru a încheia această problemă mai trebuie să amintesc că etanșarea rosturilor a reprezentat de asemenea o preocupare permanentă, preocupare ce a generat numeroase perfecționări.

Astăzi, acest sistem de construcție după proiecte I.P.C.T. a atins peste 50 000 de apartamente, fiind produs în fabricile: Militari, Progresul-București, I.P.E.C. - Brașov, Roman, Craiova și pe poligoanele din Timișoara, Reșița, Baia Mare, Ploiești, Cluj (fig. 8).

Din punct de vedere economic, realizările sînt arătate în figura 9.

Experiența acumulată în acest domeniu este sintetizată în instrucțiuni și condiții tehnice.

★

Clădirile de producție (halele) reprezintă, atît prin volum, cît și prin programe, unul din domeniile cele mai importante pentru introducerea tipizării și a modului industrial de producere. Progresele realizate s-au desfășurat de-a lungul a 15 ani, în care timp, datorită eforturilor depuse de cercetare, proiectare și industria producătoare, s-a ajuns astăzi la rezultate pozitive.

O scurtă trecere în revistă a principalelor concepții prezintă următorul tablou:

1. Primele elemente prefabricate preturnate au fost concepute și realizate în perioada 1954—1958. Elementele structurale principale: ferme, arce, grinzi cu inimă plină și carcase sudate, grinzi pentru căi de rulare, luminătoare, stîlpi erau preturnate pe șantier în cofraje de lemn, cu metode de lucru obișnuite, singurele elemente uzinate fiind chesoanele de acoperiș.

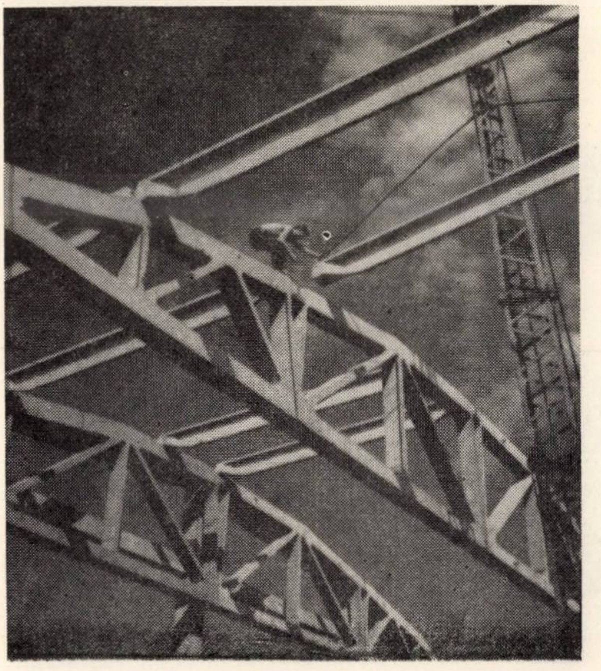
Aceste tipuri de hale cu elemente tipizate au fost folosite în toată țara, în număr foarte mare, la diferite industrii, în special în industria chimică, a lemnului, metalurgică, precum și la diferitele ateliere, garaje etc.

2. O dată cu introducerea precomprimării și trecerea la executarea în uzină a unei cît mai mari părți de construcție, s-a imaginat un alt sistem structural compus din: stîlpi, ferme-arc asamblate pe șantier din fragmente uzinate, pane și plăci de beton celular autoclavizat sau plăci de beton (fig. 10).

Acest sistem a dominat perioada 1958—1962, cu aplicări numeroase în special în industria lemnului, materialelor de construcții, industria chimică și metalurgică, totalizînd peste 1 000 000 m² construcții.

3. Între 1963—1966 a fost elaborat un nou sistem structural compus din stîlpi, ferme transversale și longitudinale, chesoane sau pane și plăci de beton celular autoclavizat. Aceste structuri permițînd asamblări într-o gamă mult mai

Fig. 10



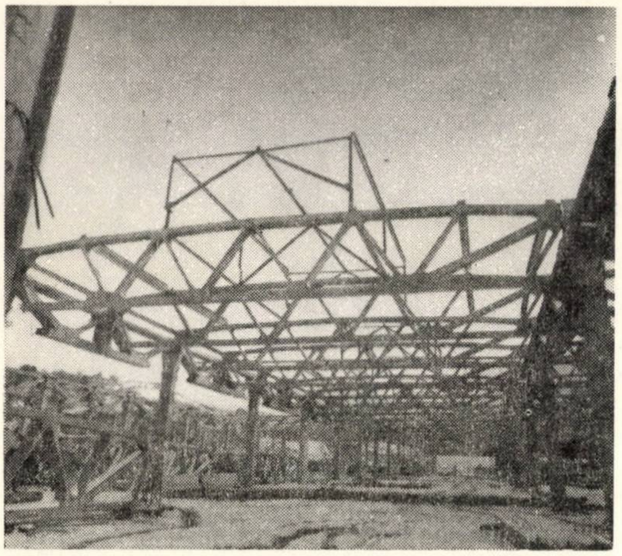


Fig. 11

mare de necesităţi, au un grad mare de universalitate. Astfel, din punct de vedere funcţional, aceste structuri au permis prevederea de monoraiuri, grinzi rulante suspendate, poduri rulante, spaţii tehnice, tavane suspendate, luminătoare în orice punct şi de orice formă, iar din punct de vedere geometric, deschideri şi travee modulate pe 6 m (fig. 11).

Se permitea folosirea plăcilor de beton celular autoclavizat, a chesoanelor, a izolaţiei termice uşoare sau grele.

Din aceste motive, se poate afirma că s-a realizat un sistem structural cu un grad mare de universalitate, reprezentînd o calitate prin posibilităţile de folosire, dar şi un defect în acelaşi timp, datorită desfăşurării prea largi (cîteodată) a necesităţilor funcţionale.

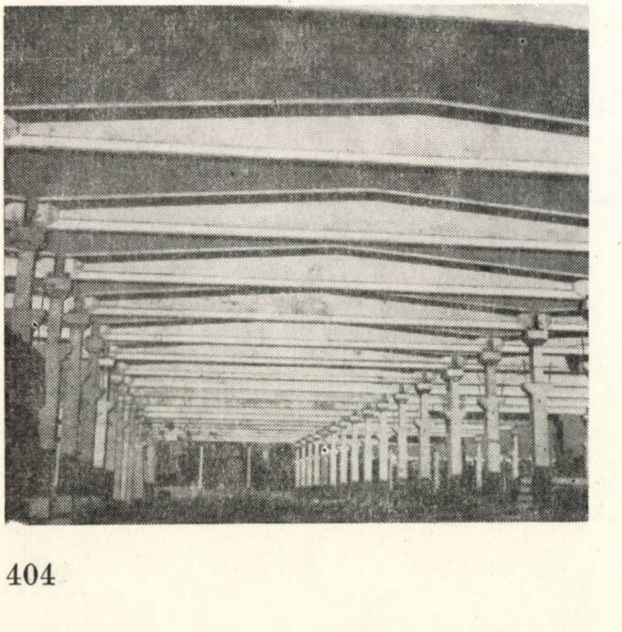
4. Din 1966 au fost studiate şi au intrat în producţie structurile aşa-numite cu grinzi cu inimă plină, după elementul structural principal (fig. 12).

Caracteristică acestor structuri este precomprimarea de la fabrică a elementelor întregi, deci sporirea greutăţii şi mărimii elementelor prefabricate, transportate şi montate, împuţinarea elementelor componente ale halei, reducerea indicilor de consum, oţel, manoperă.

Pe şantier, lucrările se reduc la montarea unor elemente simple, eliminîndu-se operaţiile de asamblare prin precomprimare. Aspectul interior, ritmat, este superior.

Aceste tipuri au un grad mai mic de universalitate decît precedentele, însă au avantajul de a corespunde mai bine necesităţilor tehnologice ale unor procese de fabricaţie care se dezvoltă pe orizontală, fără conveioare sau grinzi rulante suspendate, cu înălţimi libere mici.

Fig. 12



5. Actualmente, tipurile de structuri de hale se perfecţionează pe două căi principale:

a) Introducerea elementelor zise de suprafaţă, la care zona comprimată a elementului principal are şi rolul de placă a acoperişului, deci cumul de funcţiuni din care rezultă economii.

b) Studierea structurilor cu elemente componente uşoare de beton, metal, mixte şi din alte materiale. Acestea sînt în curs de definitivare pe măsura introducerii în producţia industrială a unor materiale cu aceste calităţi: greutate redusă, grad superior de precizie, caracteristici tehnice superioare.

Această evoluţie se datoreşte activităţii de cercetare depuse organizat de colectivele institutului nostru, ale INCERC, D.G.P. şi ale altor organizaţii de proiectare şi execuţie, care au contribuit prin lucrări directe sau observaţii la această dezvoltare.

Se mai poate arăta o altă caracteristică: totdeauna etapele au mers paralel cu preocupări de perspectivă, în sensul de a studia în concordanţă cu evoluţia condiţiilor tehnico-materiale, tipurile de construcţii care vor putea fi introduse.

Principalele caracteristici ale acestei evoluţii sînt:

1. Parametrii geometrici au evoluat, de la prima modulare de 1 m, la modulul de 3 m şi în sfîrşit la trama mărită 6 × 6,00 m, ceea ce împuţinează numărul pieselor din punct de vedere dimensional.

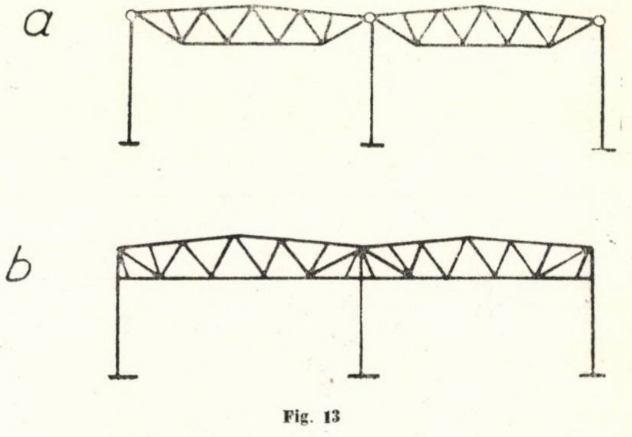


Fig. 13

2. S-au înregistrat progrese în concepţia tehnologilor şi constructorilor în ceea ce priveşte organizarea spaţiului: hale monobloc, înălţimile cît mai uniforme, formele cît mai simple.

3. A progresat şi concepţia propriu-zisă de tipizare a halelor, cristalizîndu-se ideile potrivit cărora este necesară analiza tipurilor de construcţii ca un tot şi apoi diviziunea în părţi prefabricabile.

4. În ceea ce priveşte ideile atît de ademenitoare ale universalităţii clădirilor de producţie, viaţa a dovedit că în condiţiile ţării noastre este necesară existenţa unei game mai mari de soluţii, dînd astfel posibilitatea unei concordanţe mai intime între necesităţi şi rezolvarea optimă. Putem afirma că am ajuns astăzi să putem oferi astfel de rezolvări optime corespunzătoare unui mare număr de procese tehnologice moderne.

5. Au evoluat şi preocupările estetice de rezolvare, atît exterioară, cît şi interioară. Formele drepte ale elementelor de rezistenţă mai recente permit eliberarea faţadei de aspectul obligat pe care-l dădeau arcele, dînd posibilităţi de exprimare mai mari. În interior, introducerea elementelor simple, a grinzilor, creează un ritm cu efecte deosebite.

6. S-au cristalizat două scheme statice. Pentru halele joase $H = 4,80 - 6,00$ m, cu articulaţii parţiale pe stîlpi, iar pentru cele înalte, H mai mare de 6,00 m. Pentru a menţine construcţia în limitele unei flexibilităţi acceptabile (perioada de cca 1,00—1,5 [illegible] fără a mări peste limitele con-

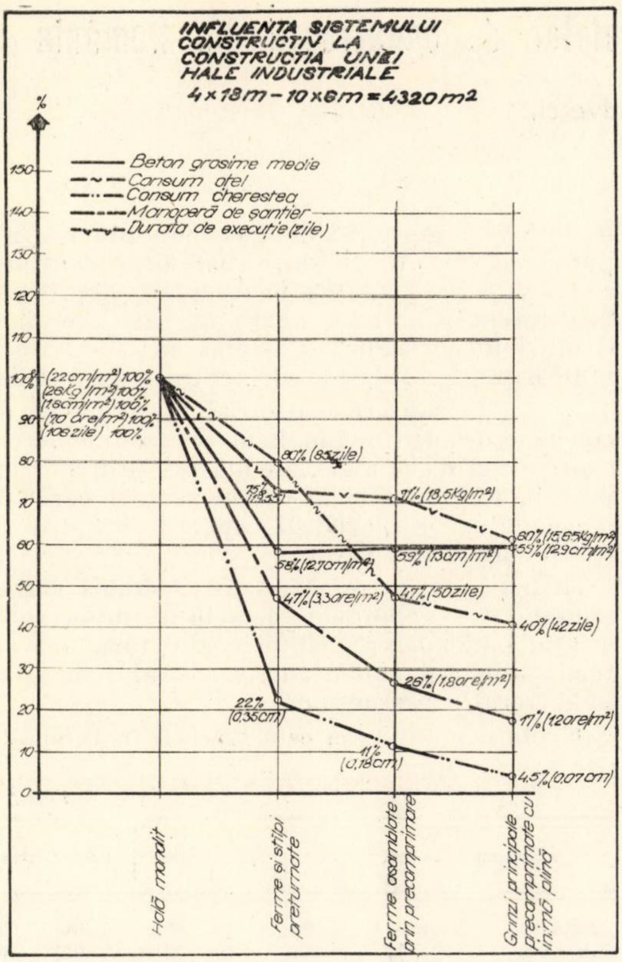


Fig. 14

structive dimensiunile stîlpilor, se preferă schema cu continuităţi (rigidităţi parţiale) (fig. 13). De asemenea, prezenţa transportu'ui suspendat, a unui grad mare de seismicitate, natura terenului fac să in'luenţeze alegerea unei scheme sau a alteia. Schema statică adoptată nu este absolutizată într-o formă sau alta, ea trebuind a fi corespunzătoare ansamblului de caracteristici constructive şi funcţionale, astfel încît să permită realizarea construcţiei în forma cea mai raţională.

7. Concepţia îmbinărilor pieselor prefabricate a fost pusă la punct ţinînd seamă, atît de studiile teoretice elaborate între timp, cît şi de experienţa acumulată prin aplicarea îndelungată a elementelor prefabricate. Această concepţie se bazează pe următoarele principii :

— îmbinări betonate pentru structura în exploatare, în vederea redării caracterului monolit şi creării rezervelor plastice (necesare, de exemplu, disipării energiei seismice) ;

— sudura provizorie la montare, pentru a asigura construcţia în timpul execuţiei ;

— mortar de poză sub elemente, pentru asigurarea transmiterii corecte a forţelor ;

— continuitatea constructivă, cu limitarea fisurilor pe reazem.

8. Concepţia seismică cristalizată în I.P.C.T. se pronunţă pentru structurile flexibile, omogene ca rigiditate în toate secţiunile longitudinale şi transversale, structuri cu rigidităţi apropiate între şirurile centrale şi marginale de stîlpi. Aceste structuri, spre deosebire de acelea în care forţele seismice sînt preluate de elemente speciale dispuse din loc în loc, au avantajul unui transport minim de forţe în elementele orizontale componente, deci cele mai mici eforturi interioare posibile. Nu au nici dezavantajul funcţional pe care l-ar aduce dispunerea unor elemente speciale din loc în loc.

Pe baza unor ample studii s-a ajuns la o concepţie de alcătuire a structurilor de hale realizate cu prefabricate tipizate.

Se urmăreşte redarea caracterului monolit al structurii, realizarea de îmbinări monolite cu limitarea deschiderii fisurilor în reazem, reducerea eforturilor din şaiba acoperişului prin egalizarea perioadelor vibraţiilor proprii ale stîlpilor, limitarea vibraţiei structurii înăuntrul unor valori convenabile, prinderea elastică a pereţilor etc.

S-a urmărit, totodată, sporirea rezervelor interne ale structurilor la acţiunea forţelor seismice, prin asigurarea posibilităţii de „disipare" a energiei în îmbinări prin realizarea în anumite cazuri a unor cadre cu noduri rigide (continuitate pe reazem).

9. Paralel cu reducerea greutăţii pe metru pătrat a construcţiei a crescut greutatea pieselor uzinate, ca urmare a posibilităţii create în fabrici şi de transport, aceasta influenţînd asupra reducerii manoperei de montaj.

10. Mărcile de betoane au crescut pînă la B 600 şi este indicat ca acest lucru să continue, menţionînd necesitatea producerii de cimenturi superioare. Procedeele de precomprimare au progresat — de la sistemul cu cabluri de şantier la cel cu toroane în fabrică — dînd, în acelaşi timp, siguranţă mai mare din punctul de vedere al coroziunii. Problema coroziunii rămîne în cadrul preocupărilor cercetării.

11. S-au perfecţionat dispozitivele de formare a pieselor — tipare rigide şi fixe — tipul cochilă, cu manoperă minimă.

12. S-a înregistrat şi un progres în ceea ce priveşte metodele de calcul : trecerea la calculul după stările limită.

Rezultatele economice ale acestei evoluţii se reflectă asupra consumurilor de lemn, oţel, beton, durată de execuţie, manoperă (fig. 14).

Aceste rezultate, comparate cu ceea ce se realizează în ţările avansate din acest punct de vedere, arată că sistemele noastre sînt contemporane.

Rezultatele obţinute se datoresc activităţii unor colective largi din cadrul I.P.C.T. în care, datorită specificului muncii de cercetare-proiectare, au predominat spiritul de echipă, entuziasmul şi dorinţa de afirmare.

Este de asemenea important de arătat că nu se pot stabili graniţe rigide între aportul adus de specialiştii I.P.C.T., INCERC sau D.G.P., care au colaborat la realizarea acestor construcţii. Desigur, rămînind fiecare în cadrul specializării sale, au predominat schimbul de păreri şi colaborarea. Proiectarea propriu-zisă, în diferitele ei momente de concretizare, şi-a atras fundamentarea din rezultatele cercetărilor întreprinse, atît la I.P.C.T., INCERC, D.G.P. (producător), cît şi din aplicaţiile practice ale altor institute.

Progresul tehnic în industria materialelor de construcţii din România

Ing. A. Medveţchi
M. I. C.

Dacă aruncăm o privire în urmă şi analizăm modul cum a evoluat dezvoltarea industriei materialelor de construcţii din România în decursul ultimilor 25 de ani, putem remarca o serie de fenomene şi tendinţe care se încadrează în ansamblul dezvoltării planificate a ţării noastre şi în cel al evoluţiei tehnicii pe plan mondial. Linia acestei dezvoltări apare ca o curbă continuă cu anumite momente de discontinuitate care marchează unele salturi în nivelul tehnic al acestei ramuri, momente care corespund punerilor în funcţiune a unor noi capacităţi de producţie, dotate cu utilaje şi tehnologii de fabricaţie perfecţionate. Scopul dezvoltării acestei ramuri fiind asigurarea sectorului de construcţii cu principalele materiale şi elemente de construcţii în condiţii cît mai eficiente pentru economia naţională în perioada respectivă, tendinţa majoră ce se desprinde din variatele aspecte ale acestei evoluţii este cea a îmbogăţirii sortimentului produselor şi a creşterii gradului de industrializare a producţiei, creîndu-se subramuri specifice, care, cu timpul, au devenit componente importante ale economiei, ca : industria materialelor izolatoare, industria prefabricatelor din beton armat, industria azbocimentului etc. Gradul de complexitate a prelucrării a crescut continuu, transferîndu-se treptat o parte din munca de pe şantiere în fabrici.

Se observă, de asemenea, o transformare structurală în interiorul ramurii, caracterizată printr-o pronunţată concentrare a producţiei în unităţi avînd capacităţi din ce în ce mai mari, ceea ce a determinat în mare măsură creşterea productivităţii muncii şi reducerea cheltuielilor materiale pe unitatea de produs.

Dacă privim datele din tabela 1, în care se prezintă cîţiva indicatori sintetici ai industriei materialelor de construcţii de subordonare republicană din ultimii ani, remarcăm o continuă creştere a gradului de mecanizare, exprimată în creşterea puterii instalate pe cap de muncitor şi în consecinţă creşterea productivităţii muncii şi a gradului de prelucrare a produselor.

Tabela 1

Indicatorul	UM	1960	1965	1967
Dinamica creşterii producţiei	%	100	210	261
Numărul de întreprinderi	nr.	65	66	63
Numărul de salariaţi	nr.	37 615	51 423	49 413
Numărul de muncitori	nr.	32 502	44 816	43 175
Idem	%	100	138	133
Puterea instalată	MW	143	270	326
Puterea instalată la 100 muncitori	kW	438	602	754
Idem	%	100	137,4	172
Consumul de energie electrică pe muncitor/an	kWh	10 370	14 942	18 831
Idem	%	100	144	181

Ridicarea ramurii industriei materialelor de construcţii din România la nivelul tehnic actual s-a realizat în cea mai mare măsură prin eforturi proprii, formîndu-se în cursul acestei perioade o generaţie de specialişti capabili să ridice în continuare acest nivel.

În perioada de după cel de al doilea război mondial s-a acordat o deosebită importanţă, atît în ţara noastră, cît şi în alte ţări, dezvoltării industriei cimentului, materialul de bază în sectorul construcţiilor.

Evoluţia producţiei este arătată în tabela 2.

Tabela 2

Indicatorul	U M	1950	1955	1960	1965	1968
Producţia	mii t	1 028	1 936	3 054	5 406	7 026
Dinamica	%	100	188	297	525	683
Producţia pe cap de locuitor	kg	64	111	166	284	364

Deşi producţia pe cap de locuitor a ajuns la un nivel ridicat, comparabil cu cel din ţările dezvoltate industrial (în 1966, Anglia a avut 304 kg, Italia 430, Franţa 474, S.U.A. 337, U.R.S.S. 343 etc.), capacitatea de producţie va continua să crească într-un ritm susţinut pentru a putea face faţă volumului sporit de construcţii.

Sub aspectul progresului tehnic din industria de ciment a ţării noastre, în perioada din ultimii 25 de ani putem distinge mai multe etape :

— Etapa dinainte de 1950, caracterizată prin efortul depus de a utiliza întreaga capacitate a agregatelor de producţie existente la acea dată şi care, prin actul naţionalizării din iunie 1948, deveniseră proprietate socialistă.

— Etapa liniilor tehnologice „23 August”, plasată în deceniul 1950—1960, care marchează un progres faţă de etapa precedentă. Industria constructoare de maşini din ţara noastră a reuşit să realizeze linii pe procedeul umed de fabricaţie cu cuptoare de 3 ×88 m şi mori de 2,2 ×11 m, avînd o capacitate de circa 110 000 t ciment/an. Capacitatea unei asemenea linii se situa la nivelul celor mai mari capacităţi existente la acea dată în ţara noastră. Prin montarea a 16 linii de această capacitate la

Turda, Fieni, Medgidia și Bicaz și prin mecanizarea lucrărilor din cariere, care pînă atunci se făceau în cea mai mare parte manual, capacitatea sectorului a crescut considerabil, iar indicatorii tehnico-economici s-au îmbunătățit.

— Etapa 1961—1963 este a liniilor de 320 000 t/an, dotate cu cuptoare CR 800 de 4 ×3,6 ×4 ×150 m și mori de 3 ×14 m, pe procedeul umed. În afară de creșterea capacității de producție a liniilor tehnologice, în această etapă s-au introdus pentru prima dată în industria cimentului din țara noastră desprăfuirea cu electrofiltre a gazelor de la cuptoare și răcirea clincherului în răcitoare grătar. Cele cinci linii de acest tip montate la fabricile Bicaz, Fieni, Turda și Medgidia au îmbunătățit și mai mult indicatorii tehnico-economici ai sectorului.

— Etapa actuală reprezintă un progres esențial față de cele precedente, prin introducerea în țară a procedeului uscat avînd cuptoare cu schimbătoare de căldură în suspensie. Fabrica de ciment a Combinatului de la Tg. Jiu, cu o capacitate de 1 920 000 t ciment/an, este o realizare deosebită, situîndu-se pe primele locuri în tehnica mondială, atît prin tehnologia aplicată, cît și prin gradul de mecanizare a producției.

Prin dotarea cu aceste linii, ponderea procedeului uscat, care scăzuse în etapele anterioare, crește în ultima etapă și urmează să crească și în viitor, după cum se vede din tabela 3.

Tabela 3

Procedeul	1950	1960	1965	1970 prevăzut
Umed %	60	81	89	65
Uscat %	40	19	11	35

Datorită dotării sectorului cu cuptoare de capacități mai mari și îmbunătățirii randamentelor termice prin măsurile luate în decursul anilor, ca : zone de lanțuri perfecționate, etanșări, arzătoare de combustibil îmbunătățite, folosirea aparaturii de măsură și control și mai ales datorită introducerii sistemului uscat cu schimbătoare de căldură în suspensie, consumul specific de combustibil a scăzut continuu.

Exprimat în kcal/kg clincher, consumul specific mediu realizat pe sector a fost cel arătat în tabela 4.

Tabela 4

	1955	1960	1965	1968
kcal/kg	2 009	1 911	1 687	1 498
Dinamica	100	95	84,0	74,5

Tendința de scădere se va menține datorită promovării procedeului uscat de fabricație.

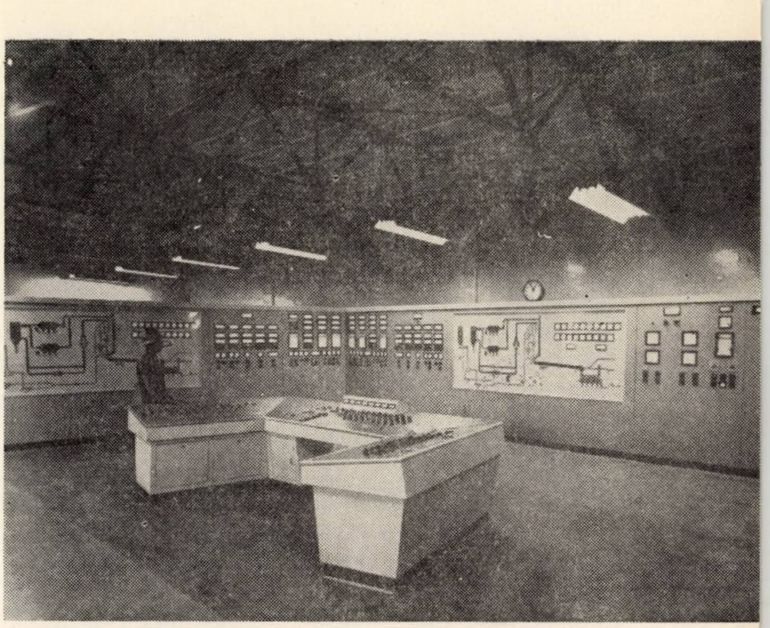


Fig. 1 – Fabrica de ciment Tg. Jiu. Tabloruri de comandă

Pe baza cercetărilor științifice întreprinse s-au elaborat noi tipuri de ciment, avînd caracteristici tehnice corespunzătoare domeniilor de utilizare. Totodată s-a urmărit utilizarea în industria cimentului a diferitelor deșeuri industriale cu proprietăți hidraulice sau puzzolanice. Astfel, începînd din 1949, s-a trecut la producerea sortimentelor de cimenturi cu adaosuri de zgură granulată de furnal, ca ciment metalurgic, ciment de furnal etc., realizîndu-se economii importante prin înlocuirea parțială a clincherului cu adaosuri. S-au realizat, de asemenea, cimenturi cu adaosuri de cenușă de termocentrală. O importanță deosebită pentru industria construcțiilor și cea a prefabricatelor o au cimenturile cu rezistențe inițiale mari (RIM), a căror producție a crescut continuu. Pentru a nu se consuma prea multă energie electrică și pentru a nu se reduce capacitatea morilor de ciment, obținerea rezistențelor inițiale mari se realizează, la noi, prin compoziția mineralogică a clincherului și nu prin finețea de măcinare a cimentului. Clincherul are un caracter alitic ($C_3S > 60\%$) și un conținut relativ ridicat de aluminat tricalcic ($C_3A \leqslant 10\%$). Industria noastră de ciment poate produce în prezent întreaga gamă de cimenturi necesare economiei naționale : cimenturi de sondă de adîncimi mari, ciment alb, ciment pentru baraje etc.

Industria ceramicii de construcții a trecut și ea prin mai multe etape de dezvoltare, caracterizate prin niveluri tehnice diferite :

— Etapa de dinainte de 1950 se caracterizează printr-un nivel tehnic scăzut, cu foarte puțină mecanizare și prin activitate sezonieră.

— Etapa următoare (1950—1964) este caracteristică prin creșterea gradului de mecanizare a diferitelor operații și prin introducerea și extinderea uscării artificiale a cărămizilor și țiglelor. Sînt modernizate o serie de fabrici

(Mureşeni, Tîrnăveni etc.) şi se construiesc altele noi (Roman, P. Neamţ, Ţăndărei), dotate cu uscătorii-cameră sau uscătorii-tunel, în funcţie de caracteristicile materiilor prime respective. Activitatea în acest sector devine tot mai mult permanentă.

— Etapa de dezvoltare, caracterizată prin dotarea cu cuptoare tunel, reprezintă un salt important în tehnica producţiei ceramice şi începe în 1964. O serie de fabrici (Sighişoara, P. Neamţ, Mureşeni etc.) au fost dotate cu cuptoare-tunel avînd capacităţi de 20—25 milioane cărămizi F.N. pe an; unele fabrici noi intră în funcţiune în 1969 (Iaşi, Urziceni, Tg. Jiu), iar altele sînt în construcţie, avînd cuptoare cu capacităţi de 30 mil. buc. F. N. cărămizian sau 18 mil. buc. ţigle/an. Noile unităţi au indicatori tehnico-economici net superiori vechilor fabrici, datorită dotării cu utilaje de preparare şi fasonare de capacitate ridicată cu uscătorii artificiale şi cuptoare-tunel, care dau un caracter de continuitate acestei producţii, linia tehnologică fiind complet mecanizată şi parţial automatizată. Fabrica de ceramică de construcţii de la Iaşi, de exemplu, proiectată pentru o capacitate de 73 milioane cărămizi F.N./an, este prevăzută să lucreze cu o productivitate de 4,4 muncitori la un milion produse, faţă de 8—12 muncitori/un milion la fabricile vechi.

Prin modernizările şi dotările în curs de realizare, nivelul tehnic al sectorului ceramic de construcţii se schimbă radical în cursul cincinalului 1966—1970, după cum se poate remarca din tabela 5, care exprimă ponderea în % a producţiei realizate în 1965 şi a prevederilor pentru 1970 a diferitelor procedee.

Tabela 5

Procedeul	1965	1970
Uscarea		
Uscătorii naturale	58,8	41,3
Uscătorii artificiale	41,2	58,7
Arderea		
Cuptoare de cîmp	18,8	13,5
Cuptoare Hoffman	76,1	59,4
Cuptoare-tunel	5,1	27,1

În domeniul ceramicii de construcţii s-a desfăşurat o activitate de cercetare ştiinţifică şi de proiectare menită să stabilească regimurile optime de uscare şi ardere şi să realizeze instalaţiile corespunzătoare. S-au introdus metode noi de cercetare ştiinţifică pentru cunoaşterea mai precisă a caracteristicilor materiilor prime (analiza termică diferenţială, analiza mineralogică cu raze Roentgen etc.) şi s-au efectuat studii termotehnice, care au stabilit măsuri pentru îmbunătăţirea condiţiilor de uscare şi ardere. Ca urmare, consumul specific de combustibil la arderea produselor ceramice a marcat an de an o continuă scădere, după cum se poate vedea din tabela 6.

Tabela 6

	1955	1960	1965	1968
Consumul specific în kcal/kg produs ceramic	434	420	393	364
Dinamica	100,0	96,5	91,0	84,0

Consumul specific de combustibil pentru uscarea produselor în uscătorii artificiale scade de la 245 kcal/kg produs în 1965 la 210 kcal/kg produs ceramic în 1968. S-au obţinut îmbunătăţiri în tehnologia de fabricaţie prin tratarea cu aburi a materiei prime la presare, obţinîndu-se în unele cazuri o sensibilă reducere a duratei de uscare.

Prin dotarea unor fabrici noi cu tehnologii moderne, avînd preparare avansată, depozite de omogenizare, mecanizarea preluării produselor crude de la prese şi transportul lor în fluxul tehnologic cu dispozitive speciale, precum şi prin stabilirea exactă a regimurilor de uscare şi ardere s-au putut obţine în aceste fabrici produse cu caracteristici tehnice superioare, ca :

— blocuri ceramice cu goluri orizontale avînd formatul pînă la cca 8 cărămizi normale ;

— blocuri cu goluri verticale de dimensiuni pînă la cca 8 cărămizi format normal ;

— corpuri ceramice de planşeu ;

— cărămizi ornamentale cu faţa lisă, reliefată sau sablată, de diferite dimensiuni şi rezistente la intemperii.

Producerea acestor materiale va face posibilă realizarea unor elemente de construcţii — ca grinzi, fîşii de planşeu, panouri ceramice — prin prefabricare, fie direct în fabrici, fie pe şantiere.

Ca o realizare tehnică deosebită în sectorul ceramicii de construcţii în această perioadă se poate remarca producerea agregatelor uşoare de argilă expandată (granulit) la staţia experimentală Buftea. În 1964 a fost pusă în funcţiune la Mureşeni prima instalaţie industrială, concepută şi construită complet în ţară, cu o capacitate de cca 120 000 m^3 granulit/an, avînd ca utilaj conducător cuptorul rotativ de 3×35 m. Granulitul obţinut are o densitate în grămadă de cca 700 kg/m^3 şi poate fi folosit în diverse scopuri : izolaţii termice şi fonice, blocuri mici de zidărie, panouri mari pentru pereţi etc.

Tot în sectorul ceramic se situează şi producţia tuburilor de gresie ceramică. Pînă în 1968, această producţie a fost cu totul neînsemnată. În 1968 a fost pusă în funcţiune, la Militari-Bucureşti, o secţie cu tehnologie modernă avînd prese automate şi cuptor-tunel cu instalaţie de răcire bruscă în intervalul 1 250—800°C. Prin răcirea bruscă se evită transformarea fazei sticloase în cristobalit şi mulit şi deci se evită scăderea rezistenţei care

r apărea prin transformarea alotropică a cristo-
alitului. În programul de fabricație se prevede
roducerea tuburilor de 1 m lungime, cu dia-
netre de 75—150 mm și de 1,5 m lungime, cu
liametre de 200—1 000 mm. Absorbția de
pă a ciobului ceramic fiind sub 6%, tubul este
ezistent la agresivitatea chimică.

O deosebită importanță în fabricația acestor tuburi o constituie premontarea direct în fabrică a garniturilor de etanșare din materiale rezistente la coroziune. Tuburile cu diametrul de 100—200 mm au garnituri de poliuretan și inel de elastomer montate în mufă, iar tuburile cu diametrul de 200—400 mm au garnituri de poliuretan și de poliester în mufă și la vîrf. Utilizarea tuburilor cu garnituri premontate va contribui la creșterea productivității muncii la lucrările de execuție a conductelor și le va îmbunătăți calitatea.

În sectorul ceramic s-a dezvoltat și continuă să se dezvolte producția materialelor de ceramică fină prin diversificarea largă a produselor și prin introducerea tehnologiilor de fabricație avansate. În această dezvoltare putem surprinde trei momente importante : realizarea fabricii de obiecte sanitare din porțelan (1962), a fabricii de placaj ceramic glazurat (1964) și a celei de plăci de faianță și gresie (1968), toate situate în complexul Militari-București. Realizarea fabricii de obiecte sanitare reprezintă un salt important în calitatea acestor produse. Tehnologia de fabricație aplicată permite realizarea de produse cu ciobul foarte compact, apropiat de cel al porțelanului, avînd absorbție de apă sub 0,5% și cu un grad de alb ridicat. Cu această realizare se introduce procedeul de turnare și uscare a obiectelor sanitare pe conveiere, procedeu care, de altfel, abia acum începe să fie introdus pe scară mai largă pe plan mondial. Această mecanizare, deși nu aduce o creștere a productivității muncii, este din ce în ce mai apreciată, datorită următoarelor avantaje :

— ușurează munca, putîndu-se folosi la aceste operații, nu numai bărbați, ci și femei ;

— obligă să se creeze condiții ca procesul tehnologic de fabricație să se încadreze strict în anumiți parametri controlabili, eliminîndu-se astfel abaterile provocate de factorii subiectivi la turnarea manuală.

Prin punerea în funcțiune a fabricii de placaj ceramic glazurat s-a realizat un nou material de finisaj, destinat placării pereților. Datorită varietății coloritului și posibilității de a fi montat în diferite feluri, materialul permite să se obțină efecte decorative deosebite.

O diversificare mai mare a materialelor ceramice de finisaj s-a realizat îndeosebi prin intrarea în funcțiune a fabricii de plăci de faianță și gresie în 1968. Cu această ocazie se introduce pentru prima oară în țara noastră uscarea barbotinei în atomizoare, fiind instalate în acest scop trei atomizoare cu capacități de 2,5—4,5 t/h masă uscată. Uscarea barbotinei pulverizate într-un curent de gaze calde prezintă o serie de avantaje față de procedeul clasic de pînă acum, și anume :

— Se obțin granule avînd o granulometrie strînsă, care se comportă mai bine la presare.

— Umiditatea reziduală a granulelor poate fi reglată și menținută între anumite limite, în funcție de necesitățile tehnologice. Datorită granulometriei strînse și umidității constante, densitatea în grămadă este constantă.

— Procedeul este continuu ; de aceea, a putut fi automatizat. Necesită deci manoperă mai puțină și un volum mai redus de utilaje decît procedeul clasic cu filtre prese.

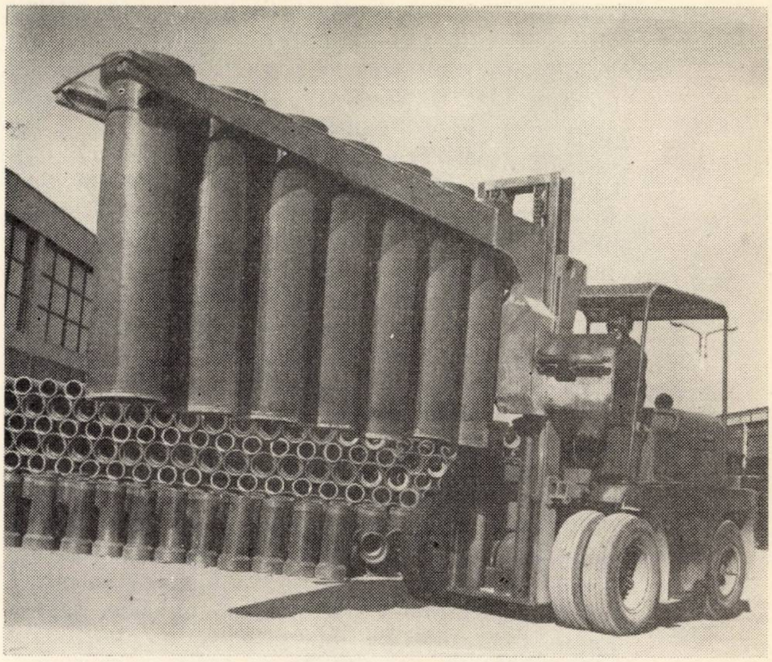
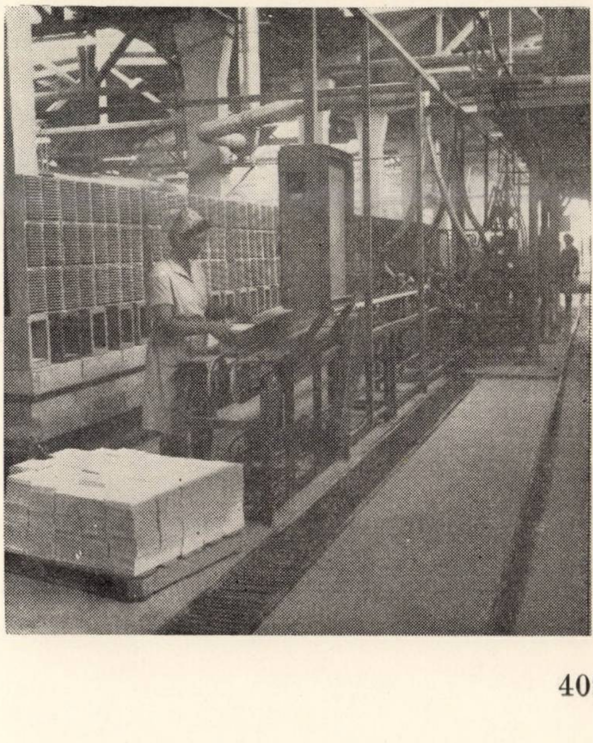


Fig. 2. — Fabrica de tuburi de gresie Militari. Depozitul de produse finite

Fig. 3 — Secția de plăci de faianță de la fabrica Militari-București



Cuptoarele-tunel montate la această fabrică sînt adaptate pentru arderea plăcilor ceramice la diferite temperaturi și regimuri termice, cu omogenitate termică pe secțiune și cu un consum specific de combustibil redus (cca 1 100 kcal/kg gresie și cca 2 200 kcal/kg faianță, care se arde în două faze). Pentru prima oară se introduce procedeul monoarderii la producerea plăcilor de gresie glazurată. Produsele obținute în această fabrică sînt :

— Plăci de faianță albe, colorate sau decorate. De remarcat că plăcile albe au un grad de alb de minimum 85%. Prin acordarea compoziției glazurii cu cea a masei, plăcile prezintă rezistență la fenomenul de haarisare (fisurarea glazurii în timp).

— Plăci de gresie fină, obținute dintr-o masă în care intră materiile prime înnobilate : caolin, feldspat și nisip cuarțos, avînd o absorbție de maximum 1,25% (la culorile alb, gri, albastru, verde) și putînd fi de diferite formate și culori. Afară de plăcile cu o singură culoare, tehnologia de fabricație permite să se obțină și plăci policrome, porfirate și marmorate.

— Plăci de gresie semifină, obținute dintr-o masă care are la bază argila caolinoasă de Medgidia, cu un adaos de feldspat. Ciobul are o absorbție redusă (maximum 3%), din care cauză materialul este rezistent la coroziune. Se produc două tipuri de plăci semifine : neglazurate și glazurate. Cele neglazurate au de obicei culoarea naturală dată de materia primă sau pot fi colorate cu adaosuri de oxizi minerali. Cele glazurate pot fi obținute în coloritul dorit, acționîndu-se asupra glazurii aplicate. În ceea ce privește fața văzută, plăcile pot avea fața netedă sau reliefată în diferite feluri (striată, bulinată, stelată), în funcție de locul de utilizare.

Sticla joacă un rol din ce în ce mai important în construcții. Arhitectura modernă are posibilitatea de a combina sticla cu alte materiale, ca betonul armat, oțelul, aluminiul, masele plastice etc., dînd variate soluții funcționale și ornamentale în construcția de clădiri. Din această cauză, și în țara noastră industria materialelor de construcții din sticlă s-a dezvoltat în ultimii ani, atît ca nivel de producție, cît și ca varietate a produselor, tinzînd să ajungă la nivelul tehnic mondial. Modul cum a evoluat această dezvoltare poate fi văzut din datele cuprinse în tabela 7, care se referă la producția de geamuri.

Tabela 7

	U M	1955	1960	1965	1968
Geamuri total	mii m^2 în echiv. 2 mm	8 094	18 817	28 805	33 582
Dinamica,	%	100	232	356	415
din care : Geam tras	mii m^2 în echiv. 2 mm	7 632	18 111	26 234	28 342
Ponderea geamului tras din total	%	96	96	91	84

Se vede că, la începutul perioadei, pondere geamului tras era foarte mare, producîndu-s foarte puțin geam laminat și turnat. Un moment care trebuie marcat în evoluția tehnică di acest sector este punerea în funcțiune a secție de geam laminat de la Scăeni, în 1964, avînd capacitate de 3 200 mii m^2 geam baza 2 mm Linia de fabricație continuă sporea considerabi producția și productivitatea muncii în comparație cu sistemul discontinuu practicat pînă la acea dată în țară și aducea un sortiment în plus și anume geamul ondulat, destinat a fi folosit în construcții cu plăcile ondulate de azbociment la învelitori. În producția geamului tras s-a realizat un progres tehnic continuu cu ocazia lucrărilor de investiții (secțiile noi de la Scăeni și Mediaș) și reparațiilor capitale efectuate în această perioadă, modificîndu-se și îmbunătățindu-se construcția cuptoarelor. Principalele ameliorări aduse au constat din redimensionarea zonelor de topire și afinare, prin reconstruirea camerelor regeneratoare, mărindu-le înălțimea, prin utilizarea refractarelor topite la pereții laterali ai bazinului cuptorului și refractarelor bazice la ampilajele camerelor regeneratoare etc. Totodată, s-a căutat să se îmbunătățească funcționarea cuptoarelor, dotîndu-le cu aparatură de măsură și control, folosind, printre altele, izotopii radioactivi pentru măsurarea nivelului topiturii și realizînd instalații automatizate de dozare, amestec și omogenizare a materiilor prime. Prin măsurile luate, randamentul termic al cuptoarelor a crescut, așa cum se vede din evoluția consumului specific de combustibil exprimat în kcal/kg sticlă topită (tabela 8).

Tabela 8

Indicatorul	1955	1960	1965	1968
Consumul specific	3 395	3 125	2 691	2 482
Dinamica în %	100	92	79	73

Paralel cu îmbunătățirea randamentului energetic a crescut și nivelul calitativ al geamului și s-au realizat sortimente noi, ca : geam termoabsorbant avînd proprietatea de a absorbi radiațiile calorice din spectrul solar, geam „securit" plan și curbat obținut prin călirea geamului tras, avînd calitatea ca la spargere să se transforme în fragmente mici , netăioase, geam „profilit" avînd forma de U cu lățimea de 260 mm și lungimi de 4—5 m și altele. Un indicator tehnic important în industria geamurilor este proporția de geam șlefuit din totalul producției de geamuri. Pînă în prezent, geamurile șlefuite erau produse la noi în instalații discontinue de capacitate mare. Prin punerea în funcțiune, în 1970, a liniei continue de geam șlefuit de la fabrica Buzău, cu o capacitate de 1 500 mii m^2 efectiv geam șlefuit, care este în curs de construcție, ponderea geamului șlefuit în producția totală de geamuri va crește considerabil. De altfel, prin punerea în funcțiune a acestei fabrici moderne se va realiza un progres tehnic deosebit, atît în ceea ce privește tehnologia de fabricație, cît și diversificarea produselor și ridicarea nivelului lor calitativ. În afară de sortimentele amintite se vor mai produce geamuri securizate emailate destinate pentru placarea pereților exteriori, produse presate din sticlă (blocuri cu goluri, dale), geamuri de tip termopan, cu proprietăți termoizolatoare, geamuri duplex-triplex pentru vehicule și altele.

După cum am arătat la început, în perioada de la 23 august 1944 pînă în prezent, în cadrul ramurii industriei materialelor de construcții din țara noastră s-au creat subramuri noi, care n-au existat de loc sau aproape de loc înainte de această dată, ca cea a materialelor izolatoare, a prefabricatelor de beton armat, a elementelor de beton celular autoclavizat sau a produselor de azbociment. Dintre acestea, ne vom referi mai departe numai la industria materialelor izolatoare și la cea a produselor de azbociment. Materialele de izolație pe care le producem în prezent sînt de două categorii : materiale pentru izolații hidrofuge în suluri și materiale pentru izolații termice și fonice.

Materialele pentru izolații hidrofuge și de învelitori în suluri au căpătat an de an importanță tot mai mare, avîndu-se în vedere rolul deosebit pe care îl au în etanșarea învelitorilor și fundațiilor. Lupta împotriva pătrunderii apei în incinta clădirilor reclamă atît materiale cu caracteristici deosebite, cît și soluții constructive bine studiate. Principalul material hidroizolator este cartonul asfaltat, obținut pe suport de carton celulozic sau pe suport de carton fabricat din deșeuri textile și celulozice. Modul cum s-a dezvoltat producția de carton asfaltat în România se vede din tabela 9.

Tabela 9

Indicatorii	U M	1950	1955	1960	1965	1968
Producția	mii m²	18 218	31 102	49 733	68 155	72 272
Dinamica	%	100	170	273	374	397

Un prim moment pe care îl reținem în dezvoltarea acestei industrii este punerea în funcțiune a secției de carton din deșeuri textile și celulozice de la Berceni-Ploiești, în 1962. Prin producerea acestui sortiment în cantități mai mari s-au putut realiza economii de celuloză, micșorîndu-se ponderea cartonului asfaltat pe suport celulozic. Paralel cu creșterea producției de carton asfaltat a crescut și producția de pînză asfaltată, în special pe suport de iută (hessian).

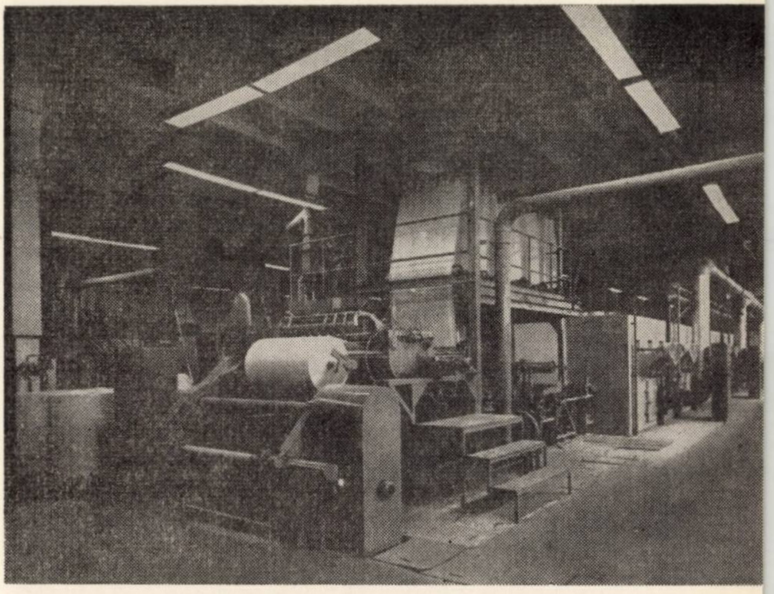


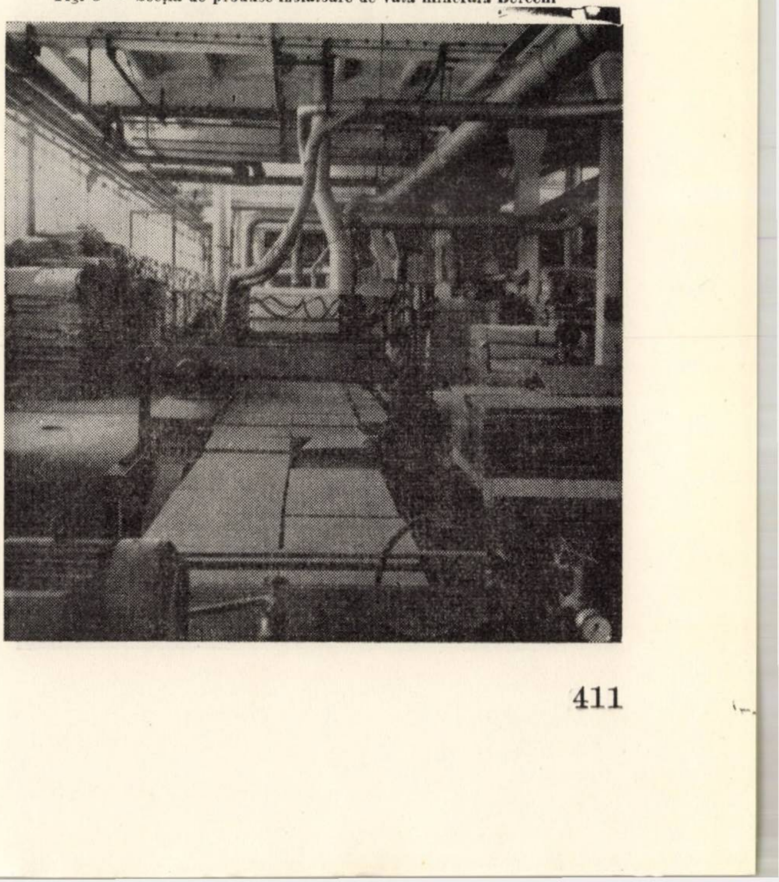
Fig. 4 — Secția de impîslituri din fibre de sticlă Berceni

Un progres important în această evoluție îl constituie trecerea la producția de materiale hidroizolatoare în suluri pe suport anorganic. Producția industrială a început în 1968 la prima secție de împîslituri din fibre de sticlă de la Berceni-Ploiești, avînd o capacitate de cca 16 500 000 m²/an împîslitură bitumată. Împîslitura se obține—cu o instalație continuă—din fibre avînd o grosime de cca 12 microni, care, la rîndul lor, se obțin din baghete de sticlă cu o stabilitate hidrolitică ridicată (clasa a III-a hidrolitică). Prin acoperire cu un mastic bituminos format din bitum cu temperatura de înmuiere I. B. de 80—90°C și filer de calcar și apoi prin presărare cu nisip se obțin trei tipuri de împîslituri bitumate :

— împîslitură bitumată presărată cu nisip fin (0,1—0,5 mm), destinată straturilor din interiorul izolațiilor ;

— împîslitură bitumată blindată presărată pe una din fețe cu nisip de 0,5—2 mm, destinată stratului exterior al izolației ;

Fig. 5 — Secția de produse izolatoare de vată minerală Berceni



— împîslitură bitumată perforată presărată pe una din feţe cu nisip de granulaţii mari (1—3 mm), destinată stratului inferior al izolaţiei, prin care se face difuziunea vaporilor de apă.

Avantajul pe care-l prezintă acest material este că, avînd suportul de fibră anorganică imputrescibilă şi rezistenţă la acţiunea apei, asigură hidroizolaţiei o durabilitate mai mare decît cartonul asfaltat. Prin trecerea la producţia acestor sortimente, ponderea cartonului asfaltat în producţia totală de materiale hidroizolatoare în suluri devine mai mică. Astfel, se estimează ca, în 1970, proporţia sortimentelor de materiale hidroizolatoare produse în 1968 să ajungă la cifrele arătate în tabela 10.

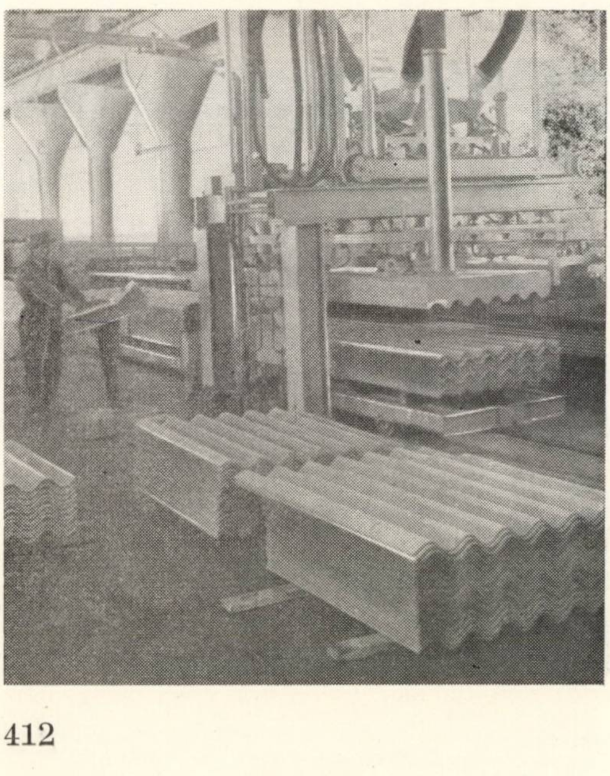
Tabela 10

	1968	1970
Carton asfaltat	80	63
Pînză asfaltată	13	12
Împîslitură bitumată	7	25
	100	100

Îmbunătăţirea calităţii hidroizolaţiilor reclamă o proporţie mai mare de materiale pe suport ţesut, din care cauză s-a elaborat tehnologia de fabricaţie şi urmează să se treacă la producerea ţesăturilor din fibre de sticlă bitumată, acestea fiind superioare calitativ ţesăturilor din fibre organice, datorită caracterului lor imputrescibil.

Materialele pentru izolaţii termice şi fonice sînt în prezent foarte variate. Cele mai importante ca volum de producţie sînt cele obţinute din vată minerală. Producerea vatei minerale în ţara noastră a început în 1954, cînd a fost dată în funcţiune prima linie de fabricaţie de la Berceni, avînd ca utilaj conducător cubiloul de topire a zgurii. Treptat, producţia a crescut şi s-au adus o serie de îmbunătăţiri şi modificări la tehnologia iniţială. O primă măsură luată în scopul economisirii cocsului, care este un combustibil importat, a fost trecerea la topirea zgurii în cuptoare-vană. Apoi s-a realizat instalaţia pentru fibrilizarea topiturii prin centrifugare în locul suflării orizontale. Prin aceste măsuri şi prin altele, luate la fabricile din Berceni şi Bîrcea, nivelul tehnic al producţiei marchează o uşoară îmbunătăţire, fără însă să se ridice la nivelul mondial. Un salt tehnic deosebit are loc în 1969 prin punerea în funcţiune a secţiei noi de produse de vată minerală de la Berceni.

Fig. 6 — Secţia de plăci de azbociment de la Tg. Jiu



Tehnologia de fabricaţie constă din topirea materiilor prime (loess şi calcar) în cuptor-vană, fibrilizarea topiturii prin suflare verticală şi obţinerea de produse din aceste fibre prin împîslire şi ancolare cu răşină fenolformaldehidică sau prin coacere. Fibra obţinută, fiind mai puţin bazică decît cea din zgură de furnal, are o stabilitate hidrolitică mare. Datorită sistemului de fibrilizare, proporţia de fibră în vată e mai ridicată, iar proporţia de picături cu diametrul peste 0,25 mm este sub 10%, din care cauză produsele obţinute din această vată au o mai mare elasticitate, o densitate aparentă mai mică şi conductibilitate termică mai redusă. Se obţine un sortiment foarte variat de produse, care se pot împărţi în trei categorii:

— Produse neancolate sau albe, cum sînt fîşiile de vată puse pe hîrtie sau saltelele cusute pe diferite suporturi. Saltelele se produc pe suport de rabiţ din sîrmă pentru izolaţii de instalaţii la temperaturi ridicate (pînă la 700°C) sau pe suporturi organice (hîrtie bitumată, carton ondulat, trestie) pentru izolaţii la clădiri.

— Produse cu un conţinut redus de răşină, avînd densitate aparentă mică (30—50 kg/m^3), cum sînt pîslele folosite în special pentru izolaţii reci.

— Produse cu un conţinut mai mare de ancolant, care sînt mai rigide şi au o culoare galben-brună datorită răşinii fenolice polimerizate. Plăcile de diferite densităţi şi rigidităţi se pot folosi ca atare pentru izolaţii termice şi fonice sau sînt prelucrate, obţinîndu-se plăci autoportante şi fonoabsorbante. Densitatea lor aparentă variază de la 80 la 120 kg/m^3.

Conductibilitatea termică a acestor produse depinde de densitatea aparentă, de temperatură şi structură, după cum se vede din tabela 11.

Gradul de absorbţie fonică este de 0,8—1 pentru sunete cu o frecvenţă mai mare de 200 Hz şi o grosime a stratului de 5 cm.

În ultima perioadă de timp se remarcă o dezvoltare foarte accentuată a producţiei arti-

Tabela 11

Produsul	Densitatea kg/m³	în kcal/m.h.°C					
		0°	50°	100°	150°	200°	300°
Fişie	60	0,028	0,034	0,042	0,052	—	—
Pîslă	50	0,027	0,034	0,043	0,053	—	—
Placă	100	0,026	0,031	0,037	0,044	0,052	—
Saltea	120	0,031	0,037	0,045	0,053	0,062	0,086
Cochile	100—150	0,031	0,037	0,045	0,053	0,062	0,086

colelor de azbociment. Acest fapt se explică prin larga utilizare a tuburilor de azbociment la lucrările de irigaţii, cît şi prin folosirea plăcilor ondulate sau plane de azbociment ca materiale eficiente de închidere a clădirilor. Raportată la producţia totală de produse de azbociment exprimată în greutate, ponderea celor două tipuri de produse şi dinamica dezvoltării acestei producţii evoluează aşa cum se vede în tabela 12.

Tabela 12

Produsul	UM	1960	1965	1970 prevăzut
Ponderea				
Tuburi	%	9,9	13,2	41,2
Plăci	%	90,1	86,8	58,8
Dinamica dezvoltării prod. de azbociment	%	100	214,7	711

Se remarcă tendinţa de dezvoltare foarte rapidă a producţiei acestor materiale în general şi a producţiei de tuburi în special. Saltul cel mai important în dezvoltarea acestei industrii, atît ca volum de producţie, cît şi ca nivel tehnic, se realizează prin punerea în funcţiune la Combinatul de construcţii de la Tg. Jiu a noilor secţii de plăci şi tuburi de azbociment. Liniile tehnologice cu care sînt dotate noile secţii asigură o înaltă productivitate a muncii şi o calitate superioară a produselor, datorită gradului avansat de mecanizare şi automatizare.

Linia de plăci realizează plăci plane şi ondulate, care pot fi folosite ca materiale pentru învelitori, pentru pereţi interiori şi exteriori, plafoane etc.

Plăcile ondulate pot fi obţinute pînă la dimensiunile de 4 260×1 096 mm, avînd o rezistenţă la încovoiere de minimum 300 kf/cm² (cal. I).

Plăcile plane presate pot avea dimensiuni pînă la 3 600×1 300 mm. Din plăcile plane presate sau din plăcile plane nepresate şlefuite pot fi obţinute plăci de diferite culori, destinate pentru realizarea pereţilor interiori sau exteriori.

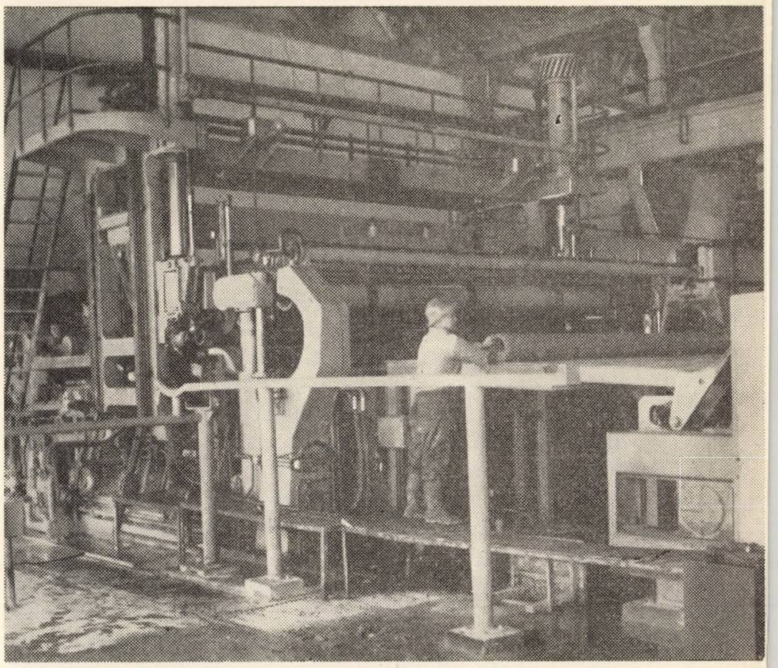


Fig. 7 — Secţia de tuburi de azbociment de la Tg. Jiu

Din plăcile plane se realizează panourile sandviş, avînd un miez termoizolator de polistiren expandat, plăci de vată minerală etc., care pot fi folosite pentru pereţi, plafoane şi învelitori la hale industriale sau la alte genuri de construcţii.

Linia de tuburi produce tuburi de 5 m lungime şi 100—600 mm diametru pentru conducte de presiune.

Sarcinile pe care le are ramura industriei materialelor de construcţii în viitorul cincinal în ce priveşte creşterea volumului producţiei, productivităţii muncii şi gradului de diversificare şi industrializare a produselor reclamă intensificarea acţiunilor privind accelerarea progresului tehnic în etapa viitoare. Pentru crearea premiselor necesare realizării acestui progres s-a căutat să se dezvolte şi să se perfecţioneze activitatea de cercetare ştiinţifică în domeniul industriei materialelor de construcţii. Un salt deosebit a fost obţinut în actualul cincinal, prin construirea bazei de cercetare ştiinţifică şi experimentări de la Militari-Bucureşti şi prin înfiinţarea laboratoarelor uzinale de pe lîngă unele fabrici mai însemnate, dîndu-se o mare importanţă folosirii metodelor moderne de cercetare.

În felul acesta, aportul activităţii proprii de cercetare ştiinţifică la ridicarea nivelului tehnic al ramurii va fi mai mare decît în perioada precedentă.

Cercetările științifice în construcții

Prof. dr. ing. **D. F. Dumitrescu**

Cu toate că, în țara noastră, activitatea tehnico-științifică în construcții a cunoscut și în trecut o serie de realizări cu totul deosebite, legate de numele unor personalități remarcabile ca G. Constantinescu, A. Saligny, E. Radu și numeroși alții, cercetarea științifică, luată ca activitate organizată, s-a constituit în țara noastră numai în anii puterii populare, acum aproape douăzeci de ani. Astfel, în 1950 a fost înființat Institutul de cercetări și încercări (I.C.I.) profilat în special pe probleme de betoane și betoane armate, iar în 1952, Institutul de cercetări științifice în construcții (I.C.S.C.), cu un profil mai larg, în care accentul principal era pus pe industrializarea executării construcțiilor (prefabricare, mecanizare, organizare). Ulterior, cele două institute au fost unificate și după diverse forme organizatorice succesive, în care cercetările în construcții s-au desfășurat împreună cu cele privind materialele de construcții și industrializarea lemnului, au căpătat, din 1960, actuala formă organizatorică în cadrul Institutului de cercetări în construcții și economia construcțiilor (INCERC).

De asemenea și în unitățile de învățămînt superior de construcții, o dată cu reforma învățămîntului din 1948, activitatea de cercetare științifică s-a dezvoltat în ritm rapid, antrenînd un număr important de cadre didactice și creînd o bază materială de cercetare, fie separat, fie în colaborare cu INCERC (la Timișoara, Iași și Cluj).

Activitatea de cercetare a fost organizată și în unele institute de proiectare, pentru rezolvarea unor sarcini concrete ale acestora (de exemplu, la Institutul de studii și proiectări hidroenergetice, la Institutul de proiectare a construcțiilor tip), precum și în cadrul unor institute de cercetare complexe pentru rezolvarea problemelor de drumuri, căi ferate, poduri etc.

Totodată s-au dezvoltat cercetări în construcții pentru rezolvarea unor probleme imediate ale producției în cadrul laboratoarelor unor mari unități de construcții. Prezentînd astăzi, după trecerea anilor, o anumită diversitate organizatorică, corespunzătoare, pe de o parte, diversității problemelor care apar în activitatea de construcții, precum și necesității de a răspunde cerințelor învățămîntului și practicii curente, centrul activității de cercetare, precum și potențialul uman și de bază materială cel mai important rămîn și în prezent în cadrul INCERC.

În prezent, INCERC este un puternic institut de cercetări cu caracter republican, în activitatea căruia sînt cuprinse aproape totalitatea specialităților din construcții, și anume: betoane-mortare, beton armat și precomprimat, construcții metalice, structuri de construcții, calculul și încercarea construcțiilor, fundații, zidării-pereți, finisaje, izolări, protecția contra coroziunii, instalații (sanitare, electrice, încălziri, ventilări), mecanizarea construcțiilor, economia construcțiilor. Institutul dispune de o puternică bază de ateliere (B.A.C.), care, pe lîngă deservirea secțiilor de cercetări, asigură și întreg sectorul de construcții cu aparatură de încercări pentru laboratoare, precum și cu utilaje tehnologice pentru realizarea construcțiilor din beton precomprimat. De asemenea, în colaborare cu institutele de învățămînt superior sau cu organele locale s-au creat filiale ale INCERC la Iași, Timișoara, Cluj, Brașov, precum și un laborator specializat în coroziune marină la Constanța.

Făcînd un bilanț după aproape 20 de ani de activitate organizată a cercetării științifice în construcții, se poate constata că marea majoritate a soluțiilor tehnice noi aplicate în acest interval de timp, în special la construcțiile civile și industriale, reflectă, într-o măsură mai mare sau mai mică, rezultate ale muncii de cercetare, în cea mai mare parte elaborate în cadrul Institutului de cercetări în construcții și economia construcțiilor.

Precizînd că în toate cazurile în care s-au înregistrat rezultate bune ale activității de cercetare acestea au fost bazate pe o largă colaborare cu catedre din învățămîntul superior, cu institute de proiectare (în special I.P.C.T.) și cu unități de execuție, în cele ce urmează se prezintă succint unele aspecte mai importante din activitatea de cercetare în construcții a INCERC.

Încă de la începutul activității de cercetare, una din liniile principale ale activității s-a axat pe industrializarea lucrărilor de construcții, prin folosirea elementelor prefabricate. Astfel, dacă în primii ani cercetările efectuate au dus la introducerea în construcții a unor elemente de planșee și acoperișuri (plăci de beton armat, fîșii cu goluri rotunde, grinzi cu corpuri de umplutură, chesoane și pane de beton armat etc.), ulterior s-a trecut la tipuri de prefabricate de dimensiuni din ce în ce mai mari și cu indici tehnico-economici îmbunătățiți.

Avîndu-se în vedere caracterul seismic al unei mari părți din teritoriul țării, s-au efectuat experimentări asupra comportării la sarcini orizontale a structurilor din prefabricate. Astfel, s-au verificat posibilitățile de realizare a continuității pe reazeme, modul de rezolvare a rosturilor, conlucrarea dintre elementele acoperiurilor de hale industriale, îmbinările dintre iferitele tipuri de elemente etc.

Pe baza acestor cercetări şi experimentări omplexe, pe baza strînsei conlucrări care a xistat în toată perioada care a trecut , I.P.C.T. trecut la definitivarea proiectelor tip de tructuri din elemente prefabricate şi a cataoagelor tip de elemente. De altfel, în mod pracic, toate cataloagele de elemente de construcţii refabricate şi secţiunile tip de clădiri industriae, civile şi de locuit elaborate de I.P.C.T. şi lte institute de proiectare au la bază studii i cercetări efectuate în cadrul INCERC.

Dar activitatea INCERC în acest domeniu nu s-a limitat numai la cercetarea elementelor, ci s-a referit şi la tehnologia de producere a lor, atît pe cale industrială, cît şi pe şantiere. Au fost puse la punct procedeele de tratare termică în tipare încălzitoare, regimul optim de tratament termic la diverse procedee, modul de compactare prin vibrare, procedee de confecţionare a panourilor mari în tipare basculante şi în casete verticale etc.

Un rol hotărîtor l-au avut cercetările pentru introducerea şi extinderea folosirii în R. S. România a betonului precomprimat. Încă din 1958 s-a introdus în practica proiectării şi execuţiei procedeul Freyssinet, folosit la realizarea a două construcţii industriale din Bucureşti. Apoi au fost concepute şi realizate o serie de utilaje şi dispozitive originale pentru procedee de precomprimare, cu armături postîntinse, eliminîndu-se necesitatea importului, în primul rînd, a ancorajelor tip inel-con. Începînd din 1960 s-au pus în operă zeci de mii de asemenea ancoraje, pentru diferite tipuri de fascicule, avînd eforturi de precomprimare de la 20 la 60 tf. Pentru precomprimarea elementelor de mare deschidere au fost studiate şi puse la punct fascicule cu sîrme aşezate pe două rînduri concentrice, folosindu-se ancoraje inel-con dublu (tip INCERC-100).

Au fost realizate, de asemenea, tehnologii moderne pentru realizarea pe standuri lungi a elementelor de beton precomprimat, procedee care se aplică curent la toate fabricile de prefabricate.

În cadrul institutului s-au proiectat, experimentat şi apoi trecut în producţie de serie în cadrul Bazei de ateliere de cercetare (B.A.C.) presele de precomprimare de 30—40—60 şi 100 tf, inclusiv pompe manuale şi electrice de înaltă presiune, pompe şi agitator pentru injectat mortar, maşină de confecţionat teci etc. Pentru realizarea rezervoarelor de beton precomprimat prin înfăşurarea sîrmei sub tensiune, cercetările INCERC au dus la asimilarea maşinii tip ANM-5, care a fost apoi folosită în mod curent pe şantiere pentru precomprimarea rezervoarelor.

Multe dintre procedeele tehnologice de precomprimare, introduse în producţie pe baza cercetărilor, prezintă caracter de noutate şi se situează la nivelul tehnicii moderne în acest domeniu, fiind brevetate în ţară şi străinătate şi prezentate la diferite congrese şi consfătuiri internaţionale.

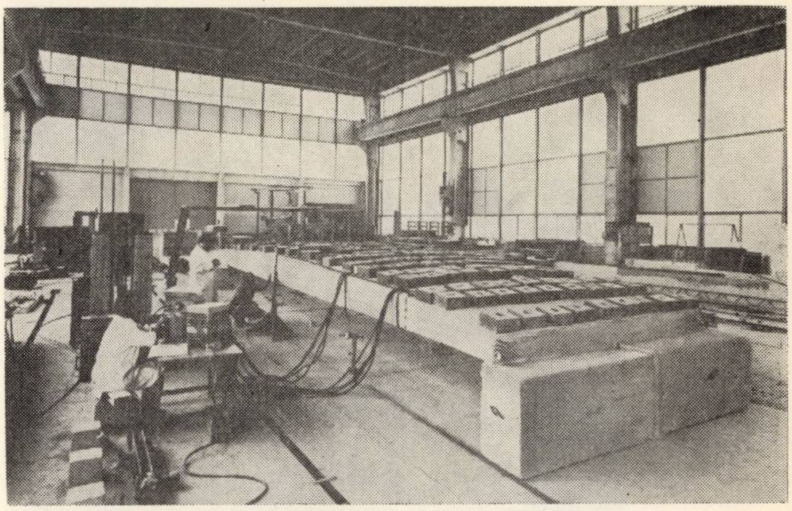


Fig. 1 – Incercarea unui cheson de 3×12 m din beton precomprimat, pentru hale industriale

Procedeele de precomprimare au fost perfecţionate continuu de institut, extinzîndu-se totodată domeniul de aplicare, ceea ce a permis generalizarea folosirii betonului precomprimat la construcţii industriale, civile, poduri etc., ajungîndu-se în prezent să se realizeze un volum anual de peste 300 000 m^3, reprezentînd cca 20% din producţia totală de prefabricate de beton armat. La toate lucrările importante executate din beton precomprimat în ultimii ani, institutul a fost prezent, acordînd asistenţă tehnică, executînd unele lucrări mai dificile cu utilajele de care dispune, făcînd cursuri de şcolarizare şi perfecţionare cu muncitorii şi tehnicienii de pe şantiere.

Reducerea consumului de oţel-beton în construcţii, pe baza folosirii oţelurilor superioare, are de asemenea la bază studiile efectuate de INCERC în colaborare cu unităţi din învăţămîntul superior. De fapt, institutul este iniţiatorul introducerii în R.S.R. a oţelurilor superioare de construcţii şi studiile efectuate în cadrul său stau la baza orientării dezvoltării producţiei de oţeluri pentru beton.

Trebuie menţionat că în prezent, datorită şi acestor cercetări, 40% din totalul producţiei de oţel-beton fabricat în ţară sînt oţeluri superioare cu profil periodic şi că, de asemenea, aproape întreg necesarul de sîrmă de înaltă rezistenţă şi toroane pentru beton precomprimat se produce în ţară.

Pentru industrializarea executării lucrărilor de locuinţe, INCERC a iniţiat introducerea construcţiilor din panouri mari, realizîndu-se, în 1958, primele trei clădiri pe şos. Giurgiului din Bucureşti. Cercetările institutului în acest domeniu s-au referit la structura de ansamblu a clădirilor, structura panourilor, tehnologia de fabricare şi finisare, îmbinările de rezistenţă, izolarea termică şi etanşeitatea rosturilor, tehnologia de montaj etc. În prezent, acest sistem

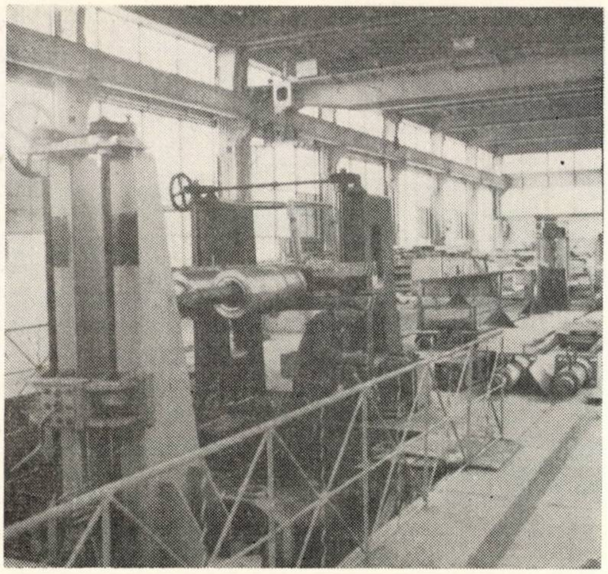


Fig. 2 – Stand de pretensionare de 500 tf

constructiv, care continuă să se afle în preocupările institutului, s-a extins pe scară largă, executîndu-se anual peste 12 000 de apartamente.

Prezenţa institutului s-a făcut simţită și la introducerea sau extinderea altor sisteme constructive pentru clădiri de locuit, cum ar fi sistemul fagure, cu cofraje spaţiale metalice etc.

În cadrul activităţii de cercetare a INCERC, pe bază de colaborare strînsă cu catedre din învăţămîntul superior, s-a acordat o atenţie deosebită îmbunătăţirii metodelor de calcul al construcţiilor, efectuîndu-se studii și cercetări, care au dus la posibilitatea unei evaluări mai corecte a siguranţei elementelor de construcţie și a construcţiilor, elaborîndu-se totodată procedee de calcul care reflectă mai bine comportarea reală a construcţiilor. Cercetările efectuate au stat la baza elaborării prescripţiilor tehnice pentru calculul la stări limită al elementelor de beton, beton armat, beton precomprimat, zidării. Totodată, au fost întocmite studii privind calculul structurilor static nedeterminate în domeniul plastic, ceea ce a permis să se elaboreze prescripţii pentru proiectarea raţională a structurilor alcătuite din plăci și planșee, grinzi continue, cadre.

În domeniul dinamicii construcţiilor, cercetările au fost dirijate în special către comportarea construcţiilor supuse acţiunii forţelor seismice. Datele și rezultatele unor măsurători au fost folosite la recomandarea unor formule de calcul, a unor parametri și a unor date constructive utilizate în proiectare.

Importanţa studierii influenţei fenomenelor seismice asupra comportării clădirilor a făcut ca cercetări în acest domeniu să fie dezvoltate atît în București (la INCERC și la Institutul de construcţii), cît și la filiala institutului din Iași, în strînsă colaborare cu Institutul politehnic Iași, unde s-au executat platforme, aparatură și dispozitive pentru încercarea seismică a machetelor sau tronsoanelor de construcţii pînă la 1 000 t.

În ultimii ani s-a acordat o pondere sporit studiilor și cercetărilor privind folosirea calculatoarelor electronice, atît în probleme de calcu al construcţiilor, cît și în cele de economia construcţiilor, elaborîndu-se numeroase program de calcul și aplicaţii practice.

În domeniul instalaţiilor din construcţii (sanitare, electrice, încălziri, ventilări), cercetăril propriu-zise sînt de dată mai recentă, prima grupă de cercetare în acest domeniu fiind organizată în 1958. Rezultatele obţinute pînă în prezent sînt însă importante, cuprinzînd numeroase cercetări aplicate în producţie. Astfel, pe baza cercetărilor efectuate în INCERC s-a putut introduce pe scară largă folosirea maselor plastice (ţevi și accesorii din P.V.C.) la lucrările de instalaţii sanitare și electrice.

Determinarea experimentală a caracteristicilor termice și aeraulice ale unor aparate de încălzire (aparate de contracurent, baterii din ţevi cu aripioare, aeroterme etc.), precum și a eficacităţii în exploatare a unor sisteme de încălzire și ventilare au pus la dispoziţie fabricilor producătoare și proiectanţilor datele necesare unor proiectări raţionale și pentru folosirea lor corectă. În prezent, prin intrarea în funcţiune a instalaţiei celulei termice și a staţiei de filtre, gama încercărilor a fost extinsă asupra unor altor corpuri de încălzire (radiatoare de fontă și oţel, convectoare etc.), precum și asupra filtrelor folosite în instalaţiile de ventilare pentru purificarea aerului din halele industriale.

Crearea în cadrul INCERC a diverselor standuri și instalaţii de încercări în domeniile instalaţiilor sanitare, de încălzire și ventilări, precum și cercetările efectuate, au dus la îmbunătăţirea unor produse din fabricaţia curentă, precum și la asimilarea unor produse noi. Nu poate fi neglijată nici activitatea depusă pentru perfecţionarea metodelor de calcul în domeniul instalaţiilor, elaborîndu-se numeroase prescripţii importante (standarde, normative etc.).

În domeniul mecanizării lucrărilor de construcţii, în cadrul institutului se desfășoară o activitate amplă, concretizată în elaborarea unor studii de perspectivă privind mecanizarea principalelor procese de lucru și apoi prin efectuarea lucrărilor necesitate de asimilarea în ţară a unor noi utilaje și scule mecanice pentru construcţii.

Pentru aproape toate utilajele și sculele mecanice asimilate în ultimii zece ani, INCERC a elaborat studii tehnico-economice de fundamentare a asimilării și teme de proiectare și a efectuat experimentările modelelor și prototipurilor în condiţii de laborator și de șantier, necesare omologării în fabricaţia de serie a produselor. Numai în ultimii patru ani în cadrul INCERC au fost elaborate 35 de studii tehnico-economice de fundamentare a asimilării și au fost experimentate 68 de prototipuri de utilaje și scule mecanice, care au fost asimilate în industria constructoare de mașini. Printre utilajele asimilate cu contribuția directă a INCERC pot fi citate : centrale de beton de 30 000 și 60 000 m³/an, betoniere cu cădere liberă și betoniere cu amestec forțat de 250 și 500 l, macarale turn și de planșeu, screpere de 3 și 8 m³, buldozere și încărcătoare pe tractoarele de serie, cilindri compresori pe pneuri, vibratoare electrice și pneumatice pentru beton, aparat electric de zugrăvit, mașini de fasonat și îndreptat oțel-beton etc. Trebuie menționat că o serie de obiecte necesare mecanizării și în special micii mecanizări au fost proiectate și realizate ca prototipuri în cadrul institutului, ca, de exemplu : silozuri de ciment, vibratoare electrice de adîncime, bene basculante pentru beton de 0,8 și 1 m³, tomberon pe pneuri etc., care, după omologarea lor, au fost preluate de uzine în fabricația de serie.

Activitatea institutului în domeniul mecanizării s-a concretizat și în studierea complexă a unor procese de lucru și rezolvarea mecanizării lor în ansamblu. Astfel, ca urmare a studiilor efectuate, a fost rezolvată problema manipulării cimentului în vrac, asimilîndu-se în țară aproape întreg lanțul de utilaje și mecanisme necesare în acest scop. Eficacitatea acestui sistem, aplicat azi pentru transportul și manipularea a peste un milion tone de ciment pe an, se concretizează prin reducerea pierderilor de ciment de la 10—12% la sub 1% și printr-o reducere substanțială a consumului de manoperă folosită la manipulări. La fel este rezolvată și problema preparării centralizate a betonului și este în curs de rezolvare mecanizarea manipulării materialelor în bucăți (cărămizi, blocuri de zidărie etc.).

Dezvoltarea pe care a luat-o industria chimică și industria alimentară, precum și necesitatea executării de construcții în medii agresive, au ridicat problema protejării elementelor de construcții contra acțiunilor agresive respective. Această problemă, de o deosebită importanță pentru economia națională, a intrat în preocupările cercetătorilor în construcții în urmă cu 5—6 ani și astăzi se poate spune că s-au obținut unele succese, găsindu-se soluții originale pentru pardoseli în industria laptelui și a zahărului, prin care se elimină importul de produse străine pentru executarea acestor pardoseli, asigurîndu-se o calitate corespunzătoare și folosind metode de lucru accesibile.

O preocupare deosebit de importantă o constituie studiul folosirii raționale a materialelor de construcții și introducerea unor noi materiale eficiente cu caracteristici superioare.

În ultimii ani au fost studiate și folosite cu foarte bune rezultate o serie de materiale noi, produse în industria noastră de materiale de construcții, obținîndu-se importante economii de materiale deficitare și creșteri ale productivității muncii pe șantiere, fie prin eliminarea tencuielilor, fie prin aplicarea unor îmbrăcăminți de pardoseli sub formă de covoare de material plastic.

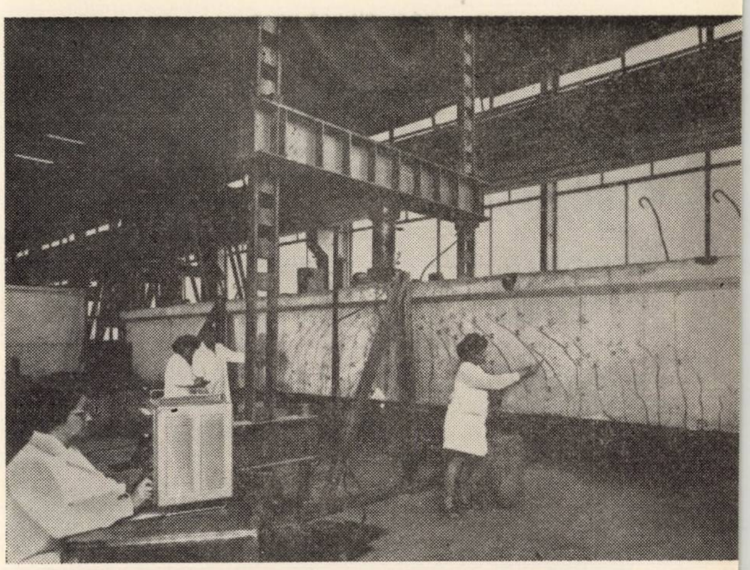
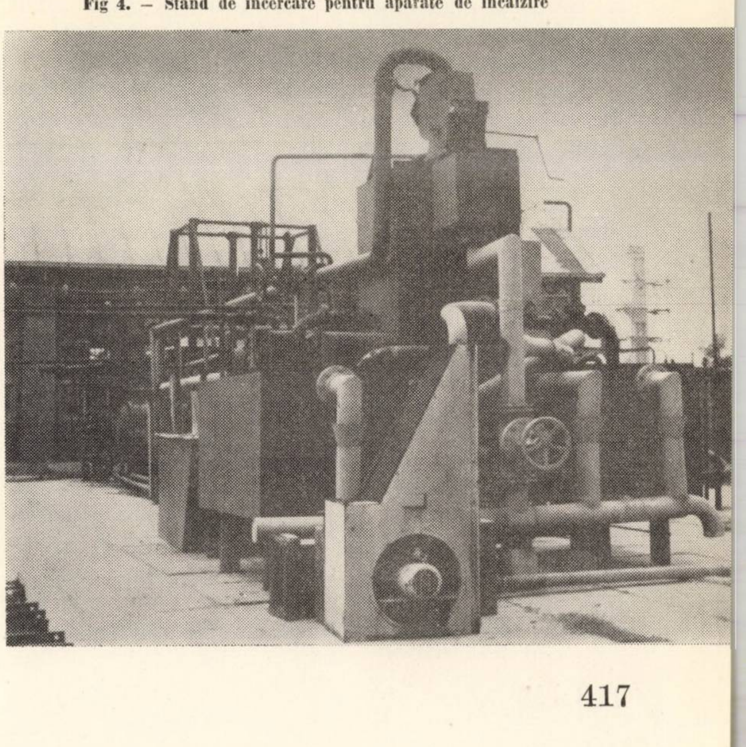


Fig. 3 — Încercarea unei grinzi-jud de 12 m lungime, pentru hale industriale

Se pot da ca exemplu de materiale noi introduse în construcții în ultimii ani, covoarele și dalele de materiale plastice (P.V.C.) produse la Iași, plăcuțele ceramice tip CESAROM produse la Militari-București, plăcile fibrolemnoase poroase fabricate de C.I.L. Suceava, polistirenul celular obținut la combinatul „Gh. Gheorghiu-Dej". Pentru toate aceste materiale noi s-au făcut cercetări care au dus la noi structuri de elemente de construcții, care, pe lîngă un preț de cost mai redus față de sistemele tradiționale, realizează și un confort sporit, fie printr-o izolare fonică mai bună, fie printr-un aspect exterior mai plăcut.

În afară de acestea, sînt studiate de INCERC împreună cu I.C.M.P.C. și se găsesc în curs de

Fig 4. — Stand de încercare pentru aparate de încălzire



aplicare pe scară largă în construcții, panouri de pereți din azbociment cu polistiren celular, învelitori de azbociment ondulat, noi produse de vată minerală și altele.

Și aceste materiale noi vor duce la reducerea prețului de cost prin ușurarea greutății construcțiilor și în special la lărgirea gamei de materiale de construcții, care va asigura varietatea soluțiilor, contribuind totodată la înlăturarea monotoniei arhitecturale.

Institutul se preocupă în mod deosebit de problemele finisării construcțiilor, punînd accentul asupra măririi gradului de finisare în fabricile de prefabricate pentru panouri mari de beton armat sau alte elemente de construcție.

Pentru acoperișuri și terase au fost studiate și introduse noi alcătuiri, care se comportă mult mai bine față de soluțiile tradiționale, asigurîndu-se astfel o etanșeitate ameliorată a clădirilor.

Izolarea fonică a construcțiilor constituie o problemă pentru care, pînă în prezent, cercetările nu s-au dezvoltat pe măsura importanței pe care o are pentru practica construcțiilor, din cauza insuficienței bazei materiale. Preocuparea pentru această problemă trebuie să fie dezvoltată, asigurîndu-se în primul rînd realizarea laboratorului acustic fără care nu se pot face la nivelul corespunzător cercetările necesare.

Cercetătorii continuă să dea o atenție deosebită dezvoltării metodelor de calcul, încercare și control al calității materialelor, elementelor și structurilor de construcții.

La proiectarea unor elemente, și în special a unor structuri de construcții mai deosebite, apar uneori incertitudini privitor la comportarea reală în exploatare din cauza insuficiențelor metodelor de calcul existente. Ca urmare, în cadrul INCERC a căpătat extindere activitatea de încercare a construcțiilor, atît pe modele executate din sticlă organică sau mortar, cît și la scară naturală. Totodată au fost mult dezvoltate încercările cu folosirea fotoelasticității, a tensiometriei electrice etc.

Pentru controlul calității execuției lucrărilor de construcții, în cadrul INCERC, cu colaborarea unor colective din alte unități de cercetare, au fost studiate și puse la punct metode de încercări nedistructive (prin ultrasunete, radiații gamma, surse deschise de izotopi radioactivi etc.). Pe baza rezultatelor obținute au fost elaborate prescripții tehnice care au permis ca folosirea acestor metode să fie extinsă la numeroase organizații de construcții, acordîndu-se totodată, pe scară largă, asistența tehnică necesară unităților de execuție solicitante.

Dezvoltînd multilateral diverse metode de încercare, institutul a putut face față cererilor proiectanților, executanților sau beneficiarilor privind încercarea unor construcții sau modele de construcții. Dintre structurile încercate se menționează cupola Circului de stat, cupola pavilionului Expoziției realizărilor economiei naționale, diferite construcții social-culturale etc.

În domeniul lucrărilor de fundații s-a pus un accent deosebit pe perfecționarea metodelor pentru determinarea caracteristicilor geotehnice ale pămînturilor, introducîndu-se metode și aparate noi pentru cercetarea terenului de fundație. Dintre aparatele puse la punct și care se fabrică de către B.A.C.-INCERC, se pot cita : penetrometrul static, doze de umiditate, aparat de tăiere în foraj etc.

S-au făcut, de asemenea, și se vor face în continuare ample studii privind tasarea construcțiilor. În ultimii ani s-au măsurat tasările la peste 200 de obiecte (silozuri, construcții industriale, locuințe etc.). În urma studiilor efectuate s-a putut trece la mărirea presiunii efective pe teren și au fost făcute posibile economii de oțel la fundații, la clădirile fundate pe pămînturi cu compresibilitate ridicată (Delta Dunării, litoral). Totodată s-au îmbunătățit metodele de calcul, prin punerea în evidență a criteriului de deformație.

În profilul INCERC, începînd din 1958, a intrat și activitatea de studii și cercetări în economia construcțiilor, activitate care s-a dezvoltat treptat, reușindu-se a se aborda rezolvarea celei mai mari părți a problemelor din acest domeniu. Un accent deosebit a fost pus pe extinderea și perfecționarea bazei normative în economia construcțiilor, elaborîndu-se :

— norme tehnice de timp unificate, norme complexe pentru lucrări de construcții, norme tehnice de consum de materiale ;
— norme de deviz și cataloage de prețuri unitare ;
— norme de durată de execuție ;
— indici plafon de preț de deviz și consumuri de materiale ;
— norme de amortizare pentru clădiri și utilaje de construcții.

S-au efectuat, de asemenea, studii cu caracter metodologic și de sinteză, cum ar fi : metodologia de elaborare a normelor de timp, analiza realizării prețului de cost în construcții, reevaluarea fondurilor fixe în construcții, studii de dezvoltare a ramurii construcțiilor etc.

În ultimii ani s-a dat o atenție deosebită studiilor asupra metodologiilor privind aplicarea metodelor matematice moderne în economia construcțiilor, elaborîndu-se, printre altele, instrucțiuni pentru aplicarea metodei drumului critic la întocmirea graficelor coordonatoare pentru executarea lucrărilor, planificarea operativă în rețea etc.

O preocupare importantă a majorității secțiilor din Institutul de cercetări o constituie elaborarea de prescripții tehnice pentru construcții. Această activitate care ocupă o pondere însemnată în activitatea INCERC s-a concretizat numai în ultimii ani prin elaborarea a 141 de instrucțiuni, normative, standarde.

Hotărîrile Congresului al X-lea al partidului pun în fața constructorilor sarcini noi, deosebit de mari. Îndeplinirea lor, ca și în alte sectoare de activitate, cere — în etapa de dezvoltare în care ne aflăm – efectuarea unui important salt calitativ în întreaga activitate de construcţii. Cum aceasta presupune, în primul rînd, un deosebit progres în ce priveşte nivelul tehnic al activităţii, răspunderile principale revin tuturor celor care au în sarcină elaborarea şi introducerea tehnicii noi, mai avansate. Este evident rolul considerabil care revine, deci, celor care lucrează în cercetarea ştiinţifică în construcţii, în învăţămîntul superior, în institute şi laboratoare ca să-şi orienteze eforturile către acele soluţii care duc la maximum de efect economic şi să lupte cu hotărîre pentru aplicarea în cel mai scurt timp a rezultatelor obţinute.

Directivele Congresului privind elaborarea unor noi soluţii tehnice de structuri de construcţii bazate pe un grad avansat de prefabricare, introducerea unor noi materiale eficiente, dînd o atenţie deosebită produselor pe bază de polimeri sintetici, dezvoltarea celor mai avansate procedee de lucru mecanizat, în special pentru operaţiile care consumă un volum mare de muncă ş.a. vor constitui repere principale şi pentru activitatea de cercetare în construcţii şi nu poate fi nici o îndoială că oamenii muncii care lucrează în acest domeniu al ştiinţei vor şti să-şi facă cu cinste datoria şi să realizeze în bune condiţii obiectivele care le revin.

Progrese recente realizate în tehnica prefabricării construcţiilor de beton armat din ţara noastră şi probleme de viitor

Ing. M. Lupan
Director adj. ştiinţific – INCERC

Pe linia industrializării lucrărilor de construcţii — singura cale eficientă pentru accelerarea ritmului de execuţie şi de realizare a marelui volum de lucrări cerut de creşterea investiţiilor, concomitent cu îmbunătăţirea calităţii şi reducerea preţului de cost — s-a dezvoltat şi în ultimii ani, în continuarea realizărilor anterioare [1], producţia şi folosirea prefabricatelor de beton armat în construcţii. Graficul din figura 1 ilustrează dinamica dezvoltării producţiei de elemente prefabricate de beton armat din ultimii ani, în raport cu creşterea volumului de lucrări de construcţii-montaj.

Această dezvoltare a producţiei de prefabricate de beton armat se explică prin avantajele cunoscute pe care le prezintă folosirea lor în construcţii : creşterea productivităţii muncii, scurtarea duratelor de execuţie, reducerea consumului de material lemnos şi chiar de oţel şi, în final, reducerea costului real al lucrărilor de construcţii.

După unele date ale C.S.C.A.S. şi M.I.C., prin folosirea, în 1968, a unui volum total de circa 1 700 000 m³ prefabricate de beton armat s-au obţinut, pe ansamblu, efecte economice estimate la următoarele cifre : economii de material lemnos circa 900 000 m³, economii de metal circa 70 000 t, reducerea necesarului de forţe de muncă cu circa 22 000 muncitori.

Obţinerea acestor rezultate se datoreşte, mai ales, progreselor realizate în ultimul timp în tehnica prefabricării construcţiilor executate în serii mari prin noi soluţii adoptate — pe bază de studii şi cercetări — în alcătuirea unor tipuri eficiente de elemente prefabricate de beton armat şi beton precomprimat şi diversificarea lor, prin folosirea unor materiale cu caracteristici superioare de rezistenţă şi dezvoltarea tehnologiei de confecţionare şi montaj a prefabricatelor, prin extinderea domeniului de aplicare a prefabricării etc.

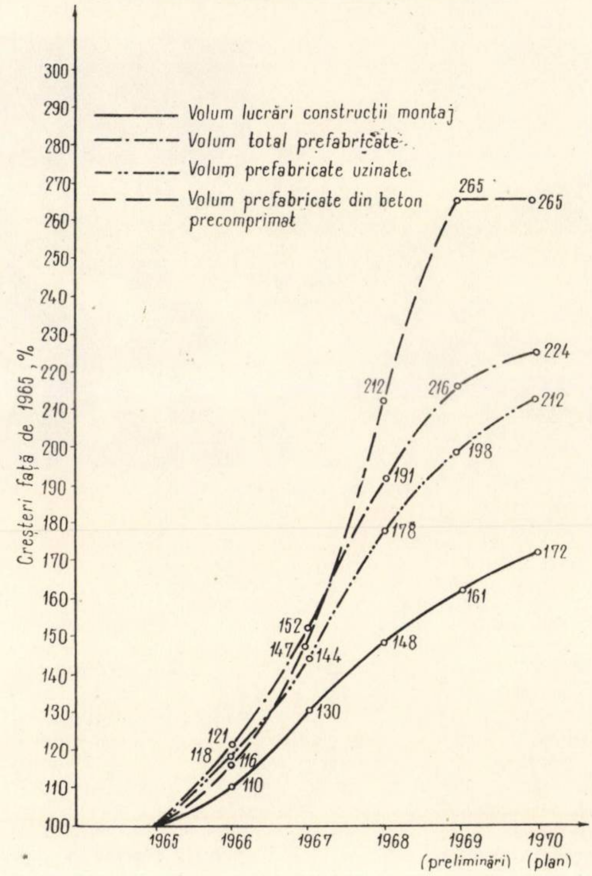
I. STADIUL ACTUAL AL TEHNICII PREFABRICĂRII CONSTRUCŢIILOR DE BETON ARMAT

Stadiul actual de dezvoltare a tehnicii prefabricării construcţiilor de masă din ţara noastră este caracterizat printr-o serie de progrese obţinute, atît în domeniul concepţiei şi alcătuirii elementelor şi structurilor prefabricate, folosind noi soluţii constructive, materiale şi metode de calcul, cît şi în domeniul tehnologiei de realizare, prin îmbunătăţiri substanţiale faţă de stadiul anterior.

1. Noi tipuri eficiente de elemente şi structuri prefabricate

Datorită progreselor realizate în sporirea bazei materiale şi dotării industriei de prefabricate şi a unităţilor de construcţii-montaj cu utilaje de performanţe mai ridicate, cît şi

Fig. 1 – Dinamica volumului de lucrări de construcţii-montaj şi a dezvoltării producţiei de prefabricate de beton armat



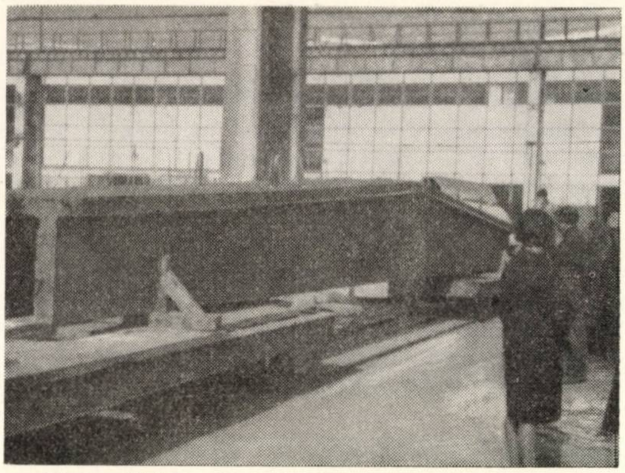


Fig. 2 – Grinda T, cu inimă plină din beton precomprimat, l = 18 m

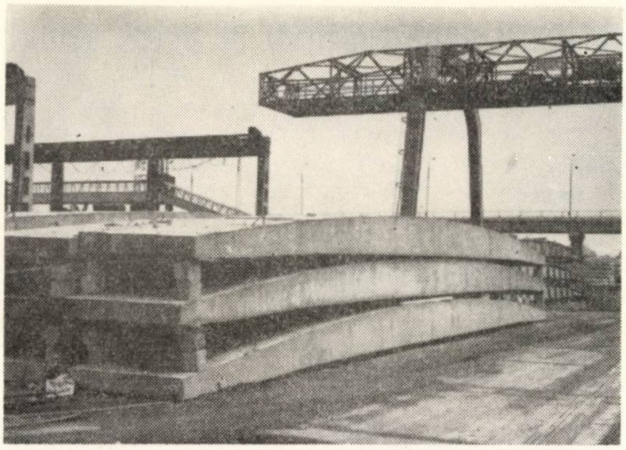


Fig. 3a – Chesoane de beton precomprimat 1,5×12 m

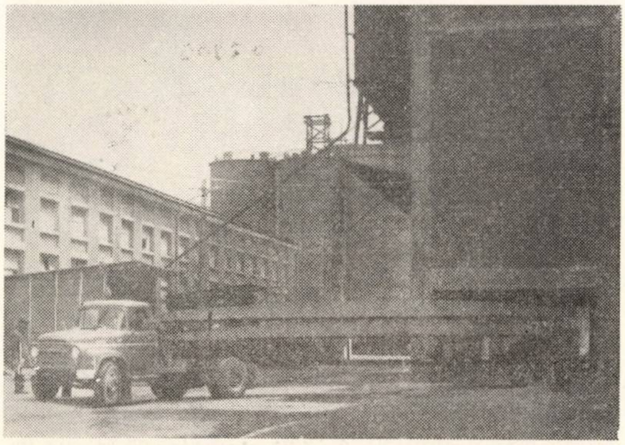


Fig. 3 b – Chesoane de beton precomprimat 1,5×18 m

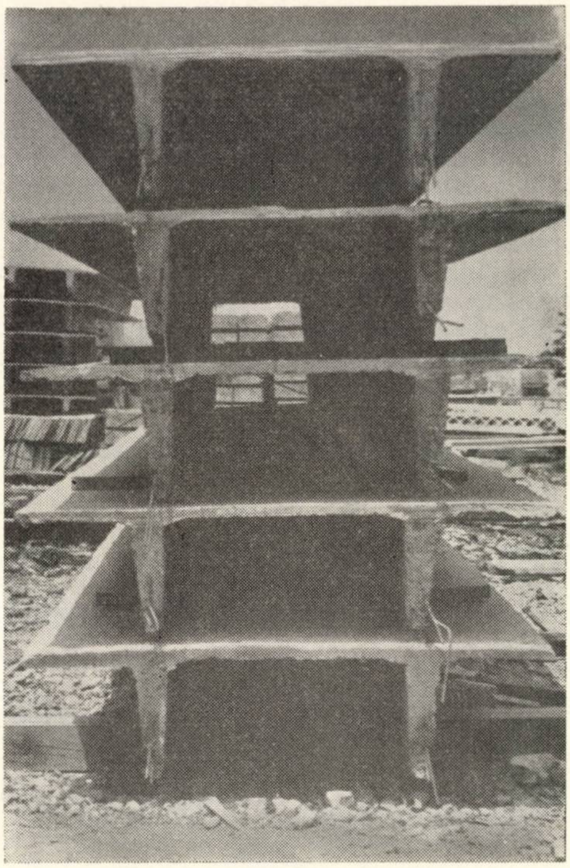


Fig. 4 – Elemente TT de 1,5×12 m

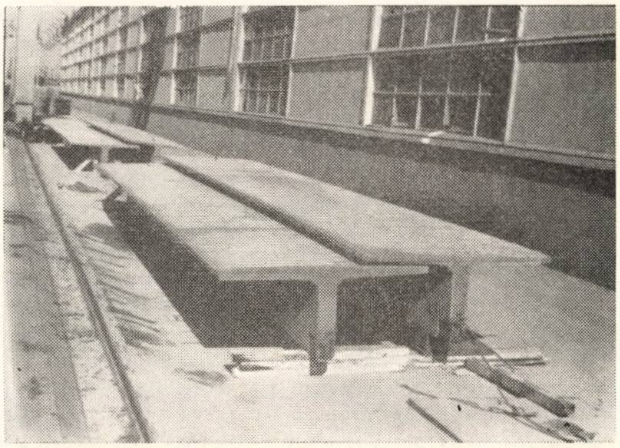


Fig. 5 – Elemente T de 1,5×18 m

ca urmare a studiilor şi cercetărilor efectuate, s-a putut trece la conceperea şi asimilarea în producţie a unor noi tipuri, mai eficiente, de elemente prefabricate (folosind şi materiale cu caracteristici superioare), caracterizate prin mărci de betoane pînă la B 500, prin gabarite şi dimensiuni sporite, care permit acoperirea unor deschideri şi suprafeţe mai mari şi deci reducerea numărului de elemente necesare pentru realizarea aceloraşi suprafeţe construite, fără a spori consumul de materiale pe unitatea de suprafaţă.

În această direcţie este de remarcat, în special, avîntul luat deelementele de beton precomprimat, a căror pondere din totalul prefabricatelor uzinate a ajuns în 1968 la 22% şi se măreşte an de an, existînd condiţii pentru creşterea ei într-un ritm mai accentuat decît creşterea producţiei totale de prefabricate.

a) Pentru acoperirea halelor industriale, studiile de tipizare ale I.P.C.T. [28], [31] şi cercetările efectuate la INCERC [4, 5, 20] au dus la elaborarea mai multor tipuri noi de elemente prefabricate, introduse în practică, dintre care se menţionează :

— *Grinzi T şi I cu inimă plină, de beton precomprimat*, în două pante, cu deschideri de 18 m şi 6—12 m interax, care se execută din beton marca B 500, cu armătură preîntinsă din toroane TBP 7 Ø 4 sau 7 Ø 5 mm (fig. 2). Aceste elemente uzinate dau — în comparaţie cu soluţiile anterioare cu ferme din panouri prefabricate de beton armat de marcă B 400,

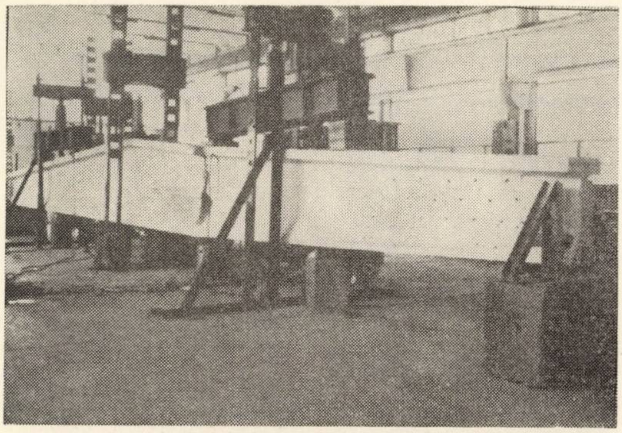


Fig. 6 *a* – Incercarea unei grinzi T de beton precomprimat

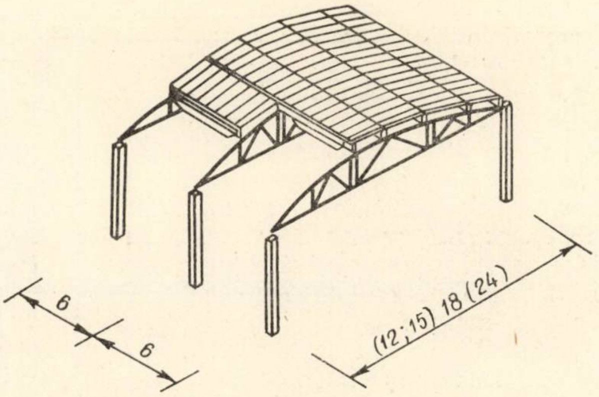


Fig. 7 – Structură de hală industrială cu ferme, pane și plăci de acoperiș

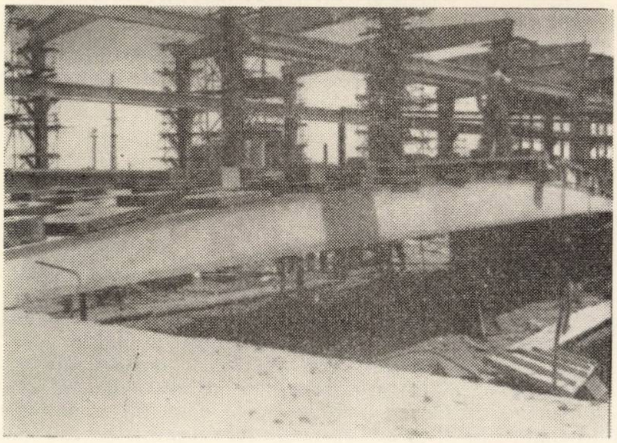


Fig. 6 *b* – Incercarea unui cheson de beton precomprimat

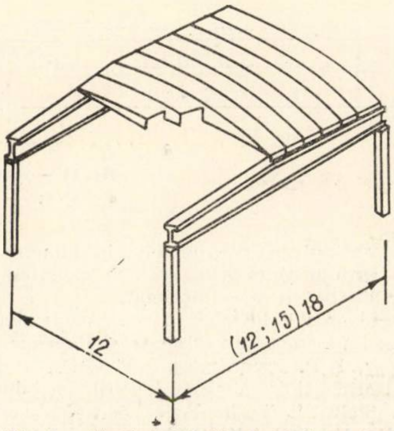


Fig. 8 – Structură de hală industrială cu grinzi cu inimă plină și chesoane de 1,5×12 m

asamblate pe șantier prin precomprimare, cu armătură postîntinsă — o reducere a consumului de oțel de circa 50% și a manoperei pe șantier de circa opt ori [28].

– *Elemente de suprafață din beton precomprimat B 500* cu armătură aderentă, și anume: chesoane de 1,5×12, 1,5×15 și 1,5×18 m (fig. 3 *a* și *b*); elemente TT drepte de 1,5×12 (fig. 4) și elemente T drepte de 12 și 18 m (fig. 5). Aceste elemente înlocuiesc vechile sisteme mai greoaie din pane și plăci de acoperiș sau chesoane de beton armat, de 3,00, respectiv 6,00 m deschidere, montate pe ferme, permițînd astfel extinderea traveei pînă la 12 m (deci, eliminarea grinzilor-jug și chiar a fermelor), cu reducerea importantă a indicilor tehnico-economici pe unitatea de suprafață, și anume: număr de elemente de 2—10 ori mai mic (de la circa 8—50 buc/100 m², la circa 4—5 buc/100 m²), reducerea consumului de oțel cu circa 40—50% (cu 8—14 kg/m² mai puțin), a prețului de deviz cu circa 25—30% (cu 60—100 lei/m³ mai puțin), a consumului de manoperă pe șantier cu circa 50—65% (cu 1,5—3,0 h/m² mai puțin) [28].

Toate aceste elemente au fost experimentate ca prototipuri la INCERC, pentru lămurirea unor aspecte de calcul și alcătuire, pentru punerea la punct a unor detalii tehnologice și pentru verificarea comportării lor la încărcare pînă la rupere (fig. 6 *a* și *b*). Ele se situează la nivelul celor mai ridicate

Fig. 9*a* – Încercarea unui cheson de 3×12 m

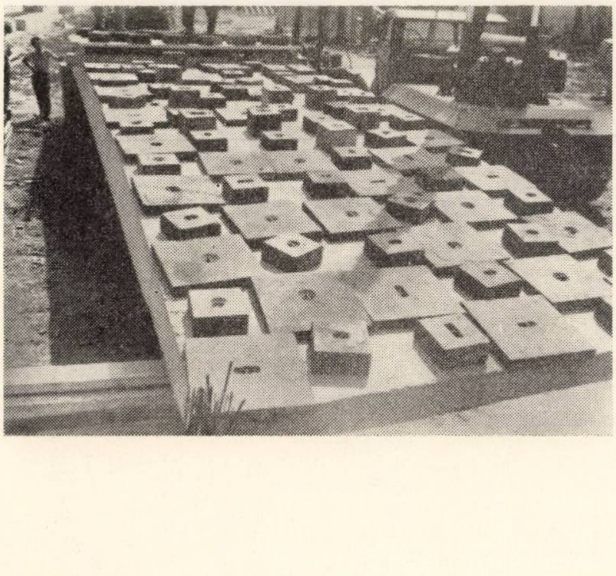
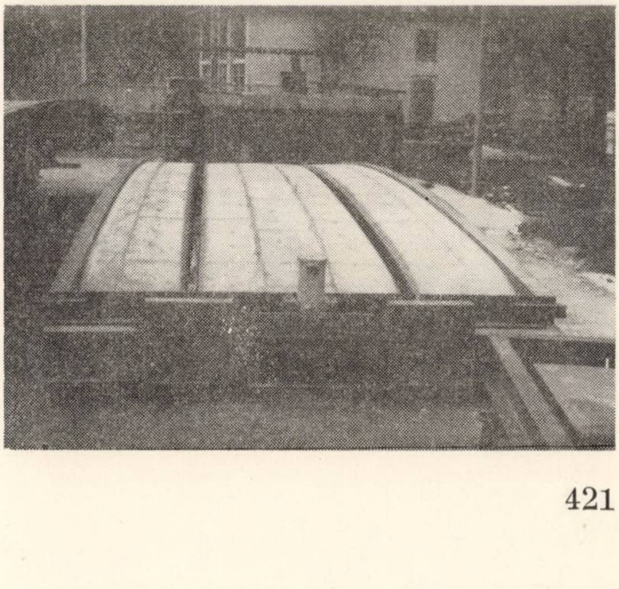


Fig. 9 *b* – Pregătirea confecționării unui element TT curb de 3×12 m



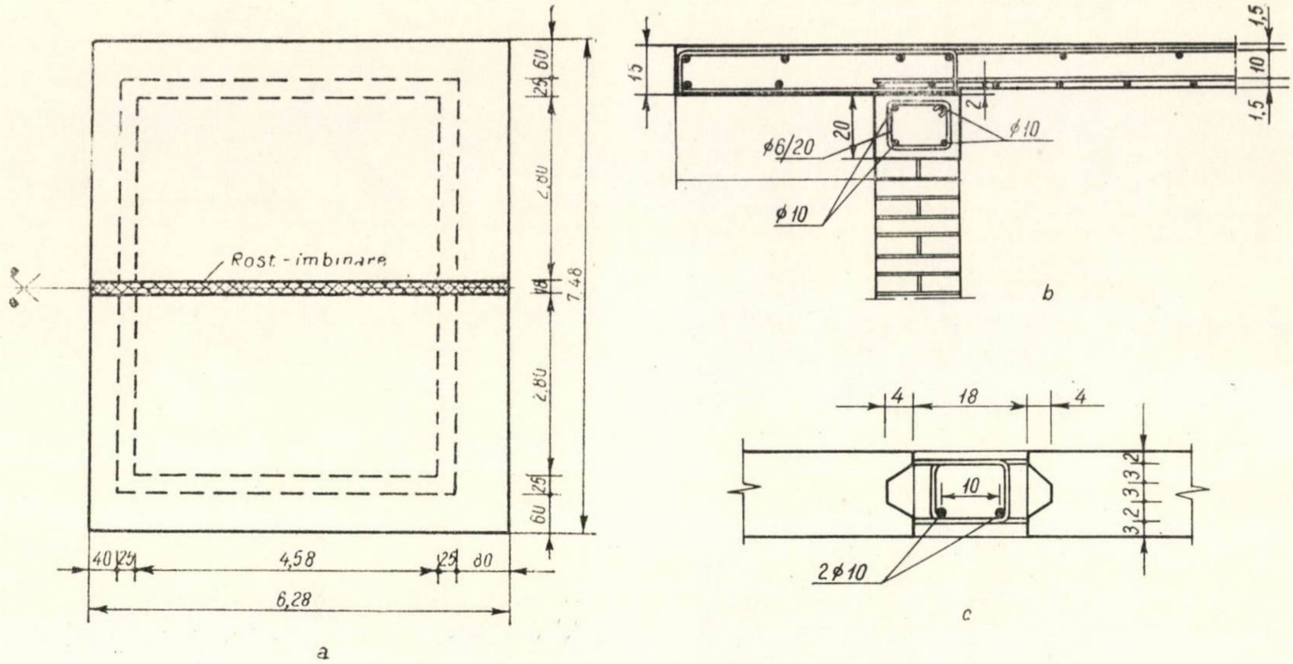


Fig. 10 — Semipanouri prefabricate de beton armat pentru planșee
a — plan; *b* — detaliu reazem cu consolă; *c* — detaliu rost-îmbinare

performanțe obținute pe plan mondial în domeniul respectiv, datorită și faptului că au făcut posibilă uzinarea integrală a elementelor de beton precomprimat.

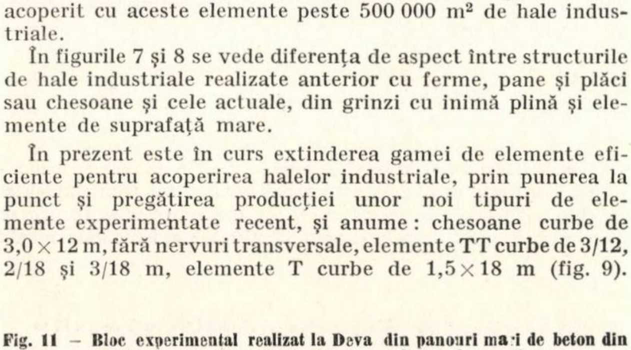
Pentru realizarea industrială a acestor elemente au avut o contribuție importantă unitățile de prefabricate ale M.I.C. (IPEC-Brașov, I. P. Progresul și I. P. Călărași) și întreprinderea de materiale și prefabricate de construcții din Constanța, care și-au organizat linii tehnologice specializate de fabricație, folosind utilaje și instalații moderne.

Structurile realizate cu aceste elemente prezintă — pe lîngă economiile de materiale, manoperă și cost arătate mai sus — și avantaje de suplețe și estetice, fiind preferate din ce în ce mai mult de proiectanți și beneficiari. Pînă în prezent s-au acoperit cu aceste elemente peste 500 000 m² de hale industriale.

În figurile 7 și 8 se vede diferența de aspect între structurile de hale industriale realizate anterior cu ferme, pane și plăci sau chesoane și cele actuale, din grinzi cu inimă plină și elemente de suprafață mare.

În prezent este în curs extinderea gamei de elemente eficiente pentru acoperirea halelor industriale, prin punerea la punct și pregătirea producției unor noi tipuri de elemente experimentate recent, și anume: chesoane curbe de 3,0 × 12 m, fără nervuri transversale, elemente TT curbe de 3/12, 2/18 și 3/18 m, elemente T curbe de 1,5 × 18 m (fig. 9).

Fig. 11 — Bloc experimental realizat la Deva din panouri mari de beton din zgură expandată, confecționate pe poligon de șantier



b) La construcțiile de locuințe s-au introdus în producție — pe baza studiilor I.P.C.T. și a experimentărilor INCERC — semipanourile de beton armat pentru planșee (fig. 10), care permit acoperirea unor suprafețe mari numai cu două elemente îmbinate în cîmp [14], înlocuind planșeele din fîșii cu goluri și obținînd totodată o serie de avantaje tehnico-economice, ca: reducerea numărului de elemente pe unitatea de suprafață de 3—5 ori, reducerea consumului de oțel și a consumului de manoperă pe șantier.

O acțiune recentă, în curs de extindere, o constituie adaptarea sistemului de construcție din panouri mari la construcțiile de locuințe cu confort diferențiat, prin simplificarea îmbinărilor — în special în cazul zonelor cu grad mai redus de seismicitate — și organizarea producției de panouri pe poligoane de șantier, inclusiv pentru cazul folosirii betoanelor din agregate ușoare. În acest sens, realizarea — de către INCERC și Trustul de construcții Deva — a blocului experimental de la Deva (fig. 11) constituie o experiență utilă.

Sistemul de construcție din panouri mari a fost îmbunătățit [5, 16, 30] și prin punerea la punct a unei game mai largi de noi tipuri de panouri exterioare, cu termoizolație rigidă de beton celular autoclavizat sau de polistiren expandat, care înlocuiesc vechile tipuri deficiente, cu termoizolație de vată minerală fără rigiditate suficientă (fig. 12). Tot în urma studiilor și cercetărilor au fost perfecționate sistemele de alcătuire a rosturilor dintre panourile de fațadă (fig. 12 și 13).

Construcțiile de locuințe din panouri mari, care au ajuns în 1968 la un total de circa 12 000 de apartamente, reprezentînd 21 % din totalul locuințelor executate în mediul urban, sînt în continuă extindere, urmînd să ia în viitorul apropiat o amploare din ce în ce mai mare, datorită avantajelor oferite în special în ceea ce privește scurtarea termenului de execuție și economia de manoperă pe șantier (circa 1 200 ore/apartament), față de sistemele de construcție în beton monolit.

c) Pentru alte categorii de construcții s-au perfecționat tipurile existente și s-au introdus noi tipuri de elemente și structuri prefabricate — mai ales la unele construcții speciale și inginerești — ca, de exemplu:

— *Stîlpi pentru spalieri de vie* (fig. 14) din beton armat cu secțiune variabilă, propuși de INCERC, armați cu carcase sudate din OB 38 sau din sîrmă mată trefilată și stîlpii de beton precomprimat — după propunerea I. P. Progresul — armați cu o singură sîrmă amprentată SBP IA Ø 6 mm. Aceste categorii de stîlpi permit reducerea consumului de oțel-beton cu 30—70 % față de soluțiile anterioare de beton armat obișnuit.

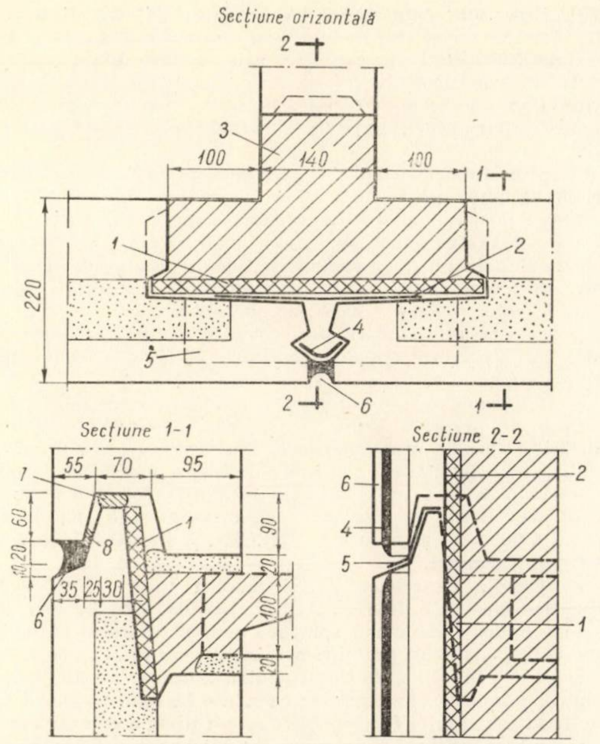

Secțiune orizontală
2
3
100
140
100
1
1
2
220
4
5
2
6
1
Secțiune 1-1
55
70
95
7
60
8
1
90
20
20
100
20
35
25
30
6
Secțiune 2-2
6
4
5
2
1

Fig. 12 – Detalii de alcătuire a rosturilor la panourile de fațadă (sistem cu funcționarea mecanică)

1 – Polistiren expandat;
2 – pînză bitumată;
3 – beton turnat, B 300;
4 – profil din P.V.C.;
5 – șorț de pînză bitumată;
6 – mortar de ciment;
7 – bandă compresibilă din polistiren expandat ecruisat;
8 – umplutură din vată minerală

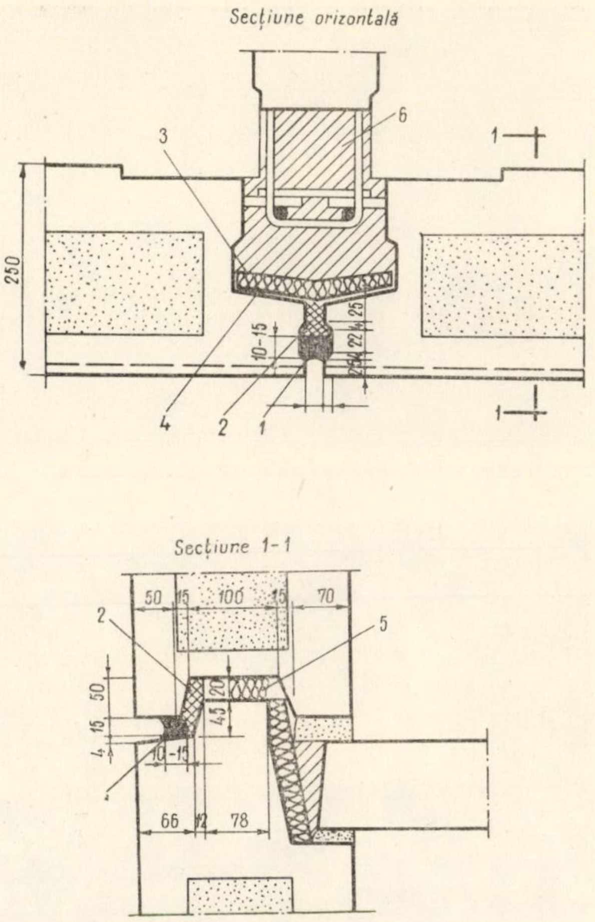

Secțiune orizontală
3
6
1
250
10-15
22
25
25
4
2
1
1
Secțiune 1-1
50
15
100
15
70
2
5
50
20
45
4
15
10-15
66
12
78

Fig. 13 – Detalii de alcătuire a rosturilor la panourilre de fațadă (sistem cu ecran)

1 – Chit de etanșare;
2 – umplutură din vată minerală;
3 – strat termoizolant din polistiren expandat;
4 – pînză bitumată;
5 – bandă compresibilă din polistiren expandat ecruisat;
6 – beton turnat, B 300

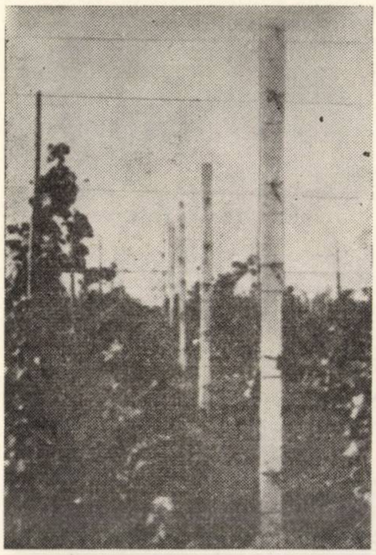
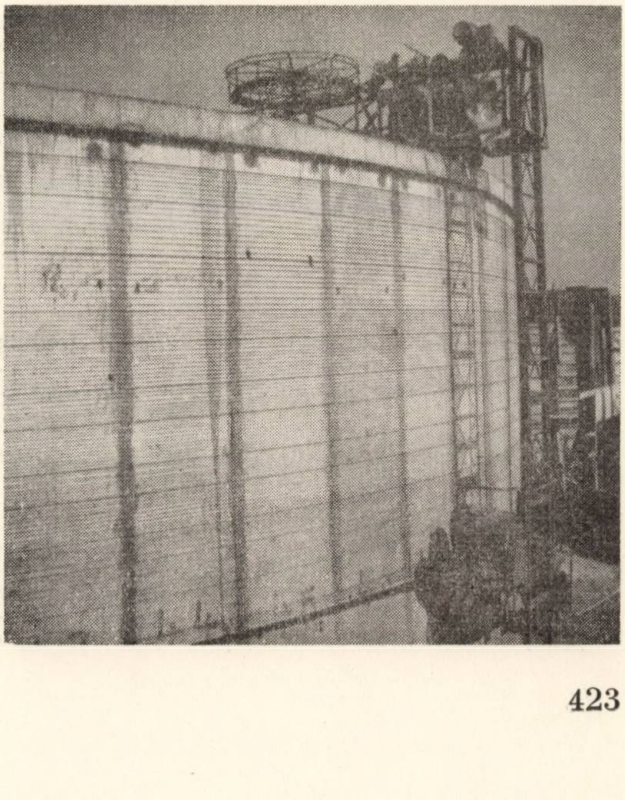


Fig. 14 – Stîlpi prefabricați pentru spalieri de viță de vie
←

→
Fig. 15 – Precomprimare prin înfășurare cu mașina ANM 5 a unor recipienți din elemente prefabricate

a – Decantor de 45 m diametru la uzina Săvinești;
b – rezervor de 2 500 m^3 pentru alimentare cu apă
↓

a


b

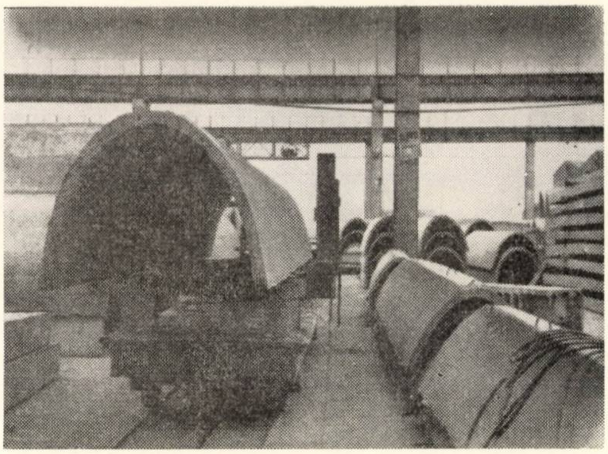


Fig. 16 – Jgheaburi pentru irigaţii din beton precomprimat

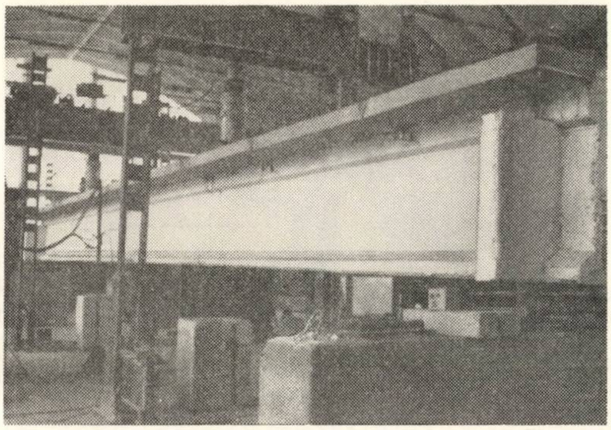


Fig. 17 – Grindă de beton precomprimat l = 15 m pentru poduri în curs de încercare

– Realizarea *recipienţilor pentru lichide* – proiectaţi de IPACH şi I.P.C.T. pe baza propunerilor INCERC [2] – din elemente prefabricate de beton armat sau beton precomprimat (fig. 15) asamblate prin înfăşurare cu armătură pretensionată, folosind procedeul şi maşina ANM 5, asimilată de INCERC. Soluţia în beton precomprimat, care s-a aplicat în ultimii ani la realizarea mai multor rezervoare de apă (două rezervoare de 5 000 m^3 pentru alimentarea cu apă a oraşului Bîrlad, două rezervoare a 2 500 m^3 pentru alimentarea cu apă a combinatului siderurgic Galaţi etc.) permite reducerea consumului de oţel cu 55% faţă de soluţia în beton armat.

– Un nou tip de element precomprimat care se extinde pe scară mare sînt *jgheaburile pentru irigaţii* [9], [25], realizate din elemente uzinate de 8,00 m lungime, cu armătura preîntinsă (fig. 16).

– Prefabricatele de beton precomprimat s-au extins şi la *poduri de şosea*, în diferite soluţii (fig. 17). O realizare mai deosebită în acest domeniu o constituie executarea în consolă a podurilor de şosea din bolţari de beton armat asamblaţi prin precomprimare, la care INCERC a experimentat cu bune rezultate tratarea rosturilor cu răşini epoxidice în locul mortarului [26] (fig. 18).

– Sînt în curs de experimentare la INCERC elemente prefabricate diverse, ca : bolţari pentru canale subterane, elemente pentru susţineri miniere, traverse pentru căi ferate înguste etc.

– Este de menţionat rămînerea în urmă a tipizării şi aplicării prefabricării la o serie de construcţii, şi anume : construcţii social-culturale, construcţii de locuinţe cu multe niveluri, construcţii industriale etajate etc., la care se consumă încă mult material lemnos şi manoperă pe şantier.

Obţinerea progreselor arătate în realizarea elementelor şi structurilor eficiente din prefabricate a fost posibilă şi datorită cercetării, punerii la punct şi asimilării în producţie a unor materiale cu caracteristici superioare, ca : cimentul cu rezistenţe iniţiale mari RIM 300, oţel cu profil periodic PC 90 [19], sîrmă amprentată SBP IA, toroane TBP din sîrme [12] etc. Trebuie să se releve faptul că, în această direcţie, mai sînt necesare eforturi susţinute, atît pentru îmbunătăţirea calităţii şi omogenităţii materialelor asimilate, cît şi pentru asimilarea unor noi materiale, în special a unor noi sortimente de cimenturi, agregate artificiale uşoare de rezistenţă etc.

La proiectarea elementelor prefabricate tipizate de beton armat şi beton precomprimat şi a structurilor alcătuite cu aceste elemente au apărut unele aspecte specifice, ca :

– posibilitatea efectuării unei analize mai detaliate şi sporirea eficienţei unor asemenea calcule amănunţite, datorită marii repetabilităţi, care multiplică de multe ori economiile – chiar reduse – care se pot obţine,

– necesitatea verificării prin calcul a comportării elementelor în exploatare datorită utilizării cu precădere a unor oţeluri superioare şi a unor forme mai suple.

Ţinînd seamă de aceste aspecte, s-a considerat indicată şi s-a aplicat pe scară largă la proiectarea elementelor prefabricate tipizate, metoda stărilor limită, care asigură, atît o analiză mai detaliată a siguranţei, cît şi o verificare a comportării în exploatare (fisurare, deformaţii), folosind în acest scop prevederile normativului condiţionat P.8–62 şi ale STAS 8 000–67, elaborate de INCERC şi Institutul de construcţii Bucureşti.

Verificările experimentale şi analiza unor considerente teoretice efectuate de INCERC au permis prescrierea chiar a unor indicaţii de calcul specifice pentru anumite tipuri de elemente şi structuri prefabricate, ca, de exemplu : coeficienţi speciali ai condiţiilor de lucru pentru anumite tipuri de îmbinări ; micşorări ale săgeţilor calculate la fîşii cu goluri rotunde ; rezistenţa la fisurare şi rupere a unor elemente mixte care conlucrează (grinzi prefabricate din beton precomprimat cu plăci prefabricate din beton armat) ; metode de calcul simplificate pentru diafragmele cu goluri la clădirile din panouri mari şi pentru îmbinările respective etc.

De asemenea, este de menţionat că pentru aprobarea proiectelor tip de elemente şi structuri prefabricate, INCERC efectuează în prealabil verificări experimentale asupra comportării prototipurilor la diferite solicitări statice, iar pentru unele din ele se fac şi încercări speciale pentru simularea solicitărilor seismice şi încercării la foc.

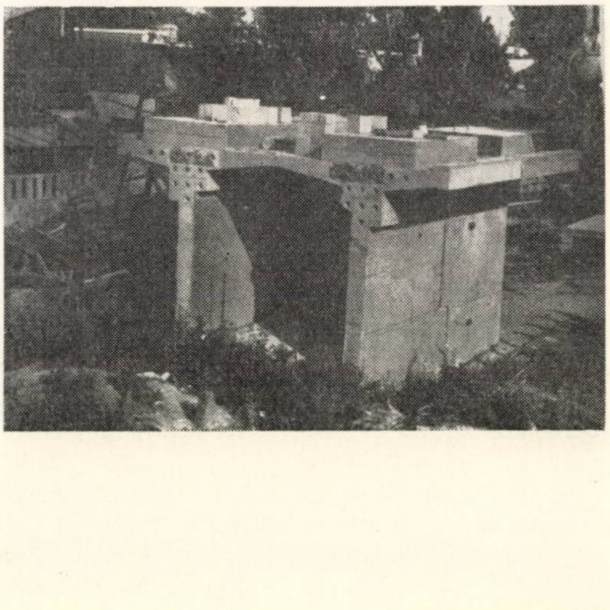
2. Imbunătăţiri în tehnologia elementelor şi structurilor din prefabricate

Producerea unor elemente prefabricate de beton armat şi beton precomprimat cu performanţe superioare, ca cele menţionate mai sus, a necesitat perfecţionarea tehnologiei de confecţionare a acestora.

Prin studiile şi cercetările INCERC, prin elaborarea unor proiecte tehnologice de către I.P.I.M.P.C. şi I.P.C.T. şi prin contribuţia unităţilor industriale de prefabricate s-au pus la punct şi s-au introdus în producţie o serie de îmbunătăţiri în tehnologia prefabricatelor de beton armat şi beton precomprimat.

Aceste îmbunătăţiri privesc în special principalele faze tehnologice ale prefabricării, şi anume : formarea - compac-

Fig. 18 – Bolţari experimentali pentru executarea în consolă a podurilor de beton precomprimat



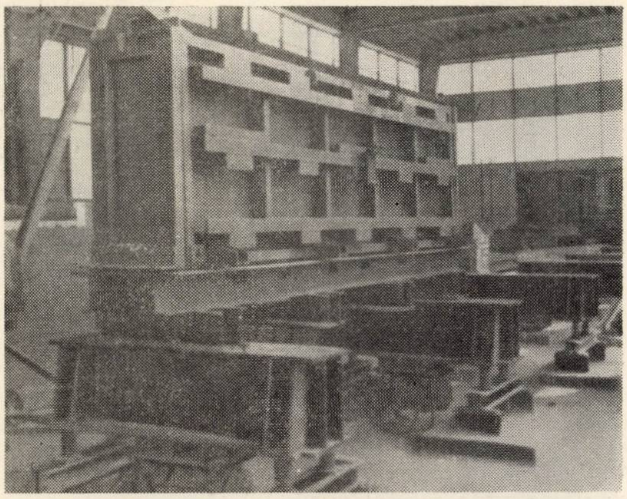
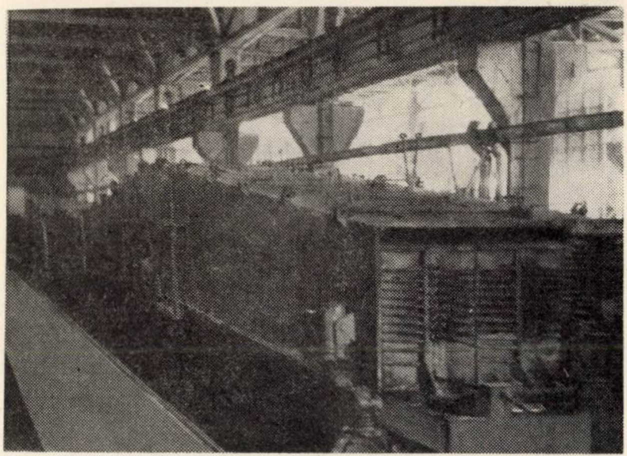


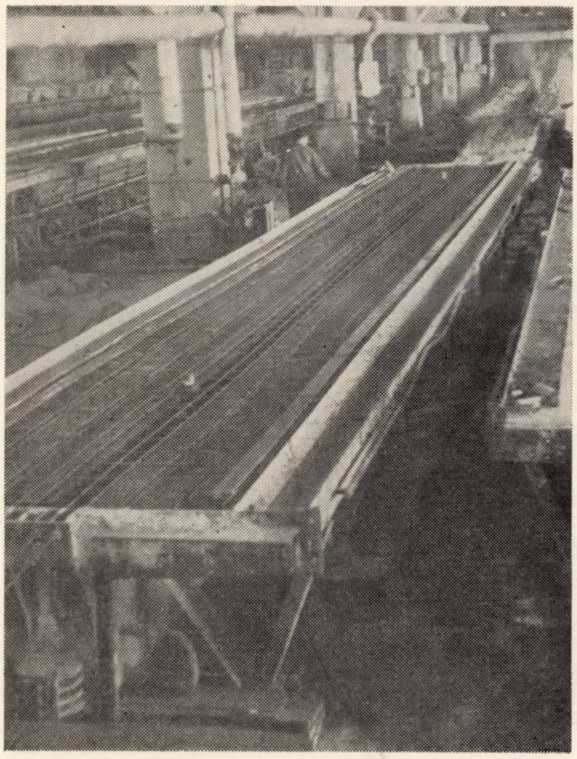
Fig. 19 – Reazeme vibrante pentru compactarea elementelor prefabricate



a

Fig. 20 – Tipar cochilă pentru elemente prefabricate

b



tarea elementelor, întărirea accelerată a betonului, precomprimarea elementelor prefabricate, precum şi organizarea producţiei de prefabricate.

a) În ceea ce priveşte **tehnologia de formare-compactare** se menţionează în primul rînd folosirea tiparelor metalice din ce în ce mai rigide şi mai robuste, care permit — pe lîngă numărul mai mare de reutilizări — o compactare mai eficientă, prin vibrare exterioară energică, folosind reazeme vibrante (fig. 19) sau vibratoare de cofraj montate pe fundul tiparelor. Ca urmare, se obţin elemente de calitate superioară ca rezistenţă, aspect şi precizie a dimensiunilor.

Procesul de formare-compactare a betonului prefabricat prin vibrare a fost studiat sistematic de INCERC [18], (atît sub aspectul teoretic, cît şi practic, în ceea ce priveşte legătura între parametrii vibrării şi proprietăţile reologice ale betonului proaspăt), elaborîndu-se instrucţiuni tehnice, care sînt în curs de aplicare experimentală, pentru verificarea lor în producţie, la principalele unităţi de prefabricate.

Pentru a realiza economie de manoperă la pregătirea tiparului şi la decofrarea elementelor, fabricile de prefabricate au conceput [27] un sistem de tipare ,,cochilă'' nedemontabile (fig. 20), la care decofrarea se face prin expulzarea elementelor prefabricate din tipar (la aceasta contribuie şi forma adecvată a elementelor, de care s-a ţinut seamă încă de la proiectare) cu ajutorul unor instalaţii hidraulice. Aceste tipare sînt autoportante şi asigură în acelaşi timp preluarea forţei de precomprimare, precum şi un grad superior de precizie a elementelor, prin faptul că se elimină posibilităţile de erori şi deformaţie la fiecare desfacere şi reasamblare.

b) În privinţa **accelerării întăririi betonului**, cercetările laborioase efectuate de INCERC [3, 10, 13, 15, 17] cu privire la tratarea termică, concretizate în instrucţiuni tehnice şi aplicate în producţie, cu asistenţa tehnică a INCERC, la principalele fabrici de prefabricate, au permis îmbunătăţirea tehnologiei de tratare termică în camere de aburire şi în tipare încălzitoare, prin scurtarea ciclului, controlul procesului de tratare termică, punerea la punct a dimensionării termotehnice a tiparelor încălzitoare, determinarea aptitudinii de tratare termică a cimenturilor folosite, controlul calităţii betoanelor tratate termic etc.

Este necesară extinderea aplicării indicaţiilor din instrucţiunile INCERC la toate fabricile de prefabricate, pentru a asigura o calitate corespunzătoare a elementelor prefabricate, scurtarea duratei de tratare termică şi reducerea consumului de abur tehnologic.

În prezent este în curs de aplicare experimentală în fabricile de prefabricate automatizarea tratării termice în camere de aburire şi tipare încălzitoare, pe baza studiilor şi cercetărilor INCERC [11, 27] şi a instalaţiilor şi aparaturii aferente proiectate de INCERC (fig. 21).

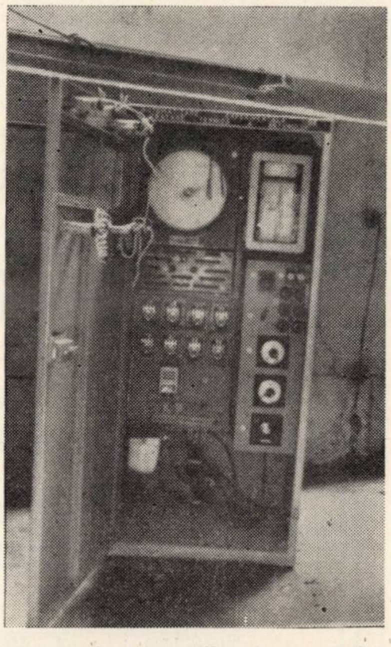


Fig. 21 – Panou de automatizare integrală a tratării termice la elemente prefabricate realizat la INCERC

c) În domeniul **precomprimării elementelor prefabricate,** INCERC a pus la punct procedee perfecţionate de preten-

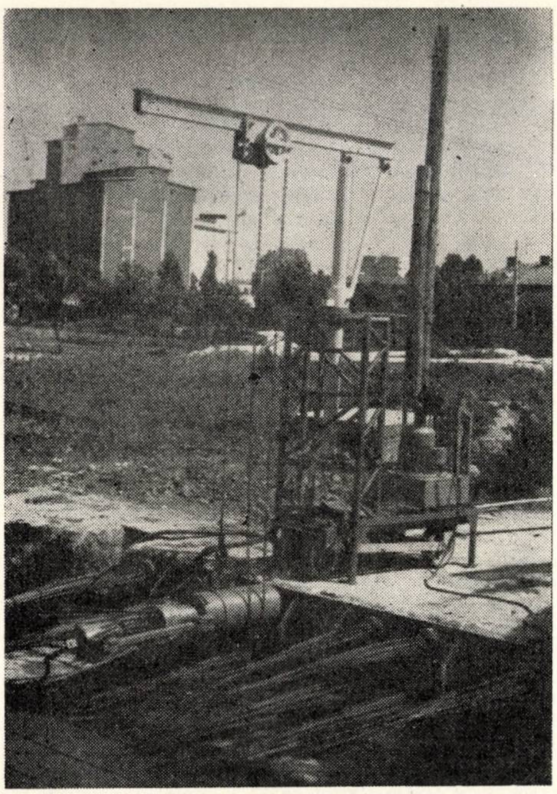


Fig. 22 — Instalația de precomprimare pentru procedeul INCERC BP-120 în funcțiune

sionare a armăturilor pentru forțe sporite de precomprimare, atît pentru armături postîntinse, cît și preîntinse, pentru care s-au proiectat utilajele necesare care se execută la Baza de ateliere INCERC.

Dintre realizările mai importante în acest domeniu se citează :

— *Procedeul de precomprimare INCERC BP-120* [7], cu fascicule postîntinse puternice de 36—48 Ø 5, pentru forțe pînă la 120 tf, folosit în prezent la elemente asamblate din panouri prefabricate, care nu pot fi încă realizate în fabrici cu armătura aderentă, cum sînt : fermele pentru hale industriale de 24 m deschidere ; grinzile de susținere pentru căile podurilor rulante ; grinzi pentru poduri de șosea etc. În cadrul rezolvării tehnologice a acestui procedeu s-au elaborat și asimilat în producție toate elementele componente : fascicule, teci din bandă de tablă spiralată cu falț elicoidal, ancoraje inel-con realizate prin turnare, presă de 120 t, pompă automată etc. În figura 22 se prezintă o instalație de pretensionare INCERC BP-120 în funcțiune.

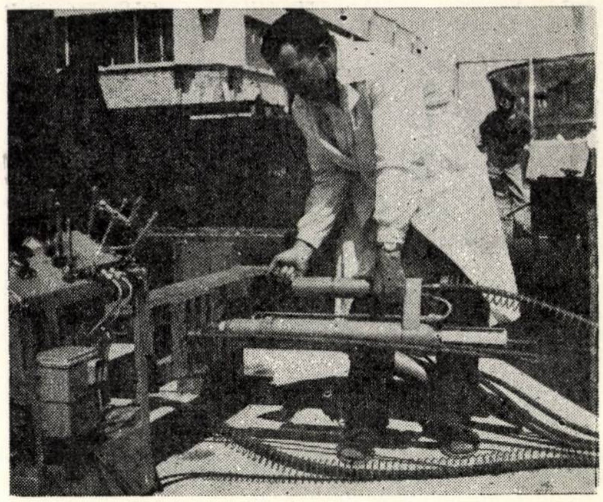


Fig. 23 — Presa monofilară de 12 tf pentru tragere individuală realizată de INCERC

Acest procedeu de precomprimare a fost generalizat în practica betonului precomprimat din țara noastră, fiind folosit aproape la toate elementele și structurile realizate cu deschideri peste 15 m.

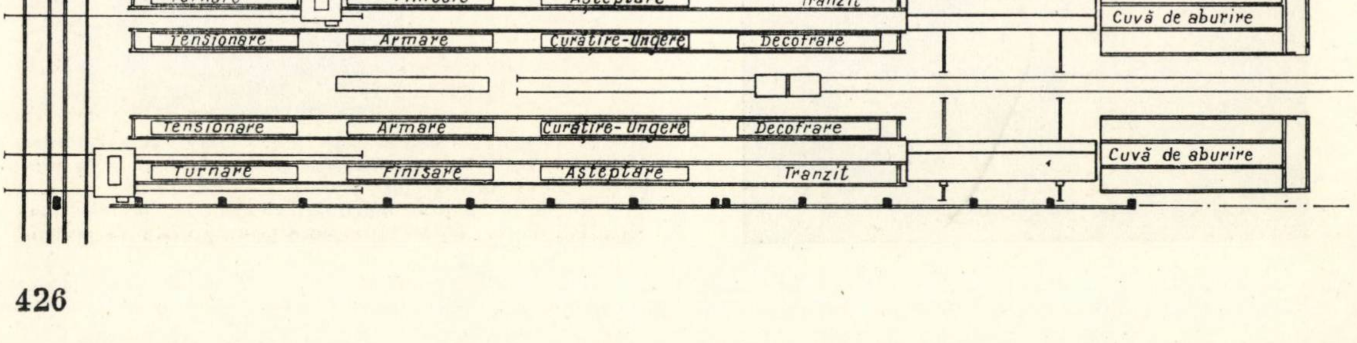
— La realizarea *elementelor prefabricate din beton precomprimat cu armătură preîntinsă*, pe lîngă procedeul de pretensionare pe standuri lungi, cu tragerea în grup a armăturilor, introdus în fabricile de prefabricate pe baza experienței INCERC [6, 8] și extins pentru forțe mari de precomprimare pînă la 500 t, fabricile de prefabricate ale M.I.C. au trecut și la aplicarea unor procedee moderne, universale, folosind utilaje importate pentru tragerea individuală a armăturilor, care permit reducerea consumului specific de oțel prin eliminarea pierderilor de la capetele standului și reducerea greutății utilajelor de pe linia tehnologică.

În vederea folosirii acestor procedee la oțelurile pentru beton precomprimat produse în țară, INCERC a efectuat — în cadrul asistențelor tehnice acordate fabricilor de prefabricate — determinări pentru precizarea valorilor de control la pretensionare.

Pentru înlocuirea utilajelor de pretensionare cu tragere individuală, importate, INCERC are în curs de experimentare, în vederea asimilării în țară, o presă monofilară de 12 tf (fig. 23).

d) Pentru **organizarea producției industriale în fabrici** a elementelor prefabricate tipizate de mare serie, pe lîngă ex-

Fig. 24 — Linie tehnologică în conveier pentru stîlpi LEA, proiectată de I.P.I.M.P.C.


Turnare
Finisare
Așteptare
Tranzit
Cuvă de aburire
Tensionare
Armare
Curățire-Ungere
Decofrare
Tensionare
Armare
Curățire - Ungere
Decofrare
Cuvă de aburire
Turnare
Finisare
Așteptare
Tranzit
Turnare
Finisare
Așteptare
Tranzit
Cuvă de aburire
Tensionare
Armare
Curățire-Ungere
Decofrare
Tensionare
Armare
Curățire- Ungere
Decofrare
Cuvă de aburire
Turnare
Finisare
Așteptare
Tranzit

tinderea şi perfecţionarea liniilor tehnologice introduse de mai mult timp [1], pentru elementele curente (panouri mari, fişii cu goluri, stîlpi LEA, tuburi de presiune din beton precomprimat etc.), I.P.I.M.P.C. a proiectat în ultimii ani noi linii tehnologice pentru o serie de elemente prefabricate şi în special pentru noile tipuri de elemente de beton precomprimat asimilate în producţie.

O parte din aceste linii au fost realizate în fabricile de prefabricate, iar altele sînt în curs de realizare la noile fabrici aflate în construcţie.

Aceste linii tehnologice se caracterizează prin indici tehnico-economici mai ridicaţi, în comparaţie cu cei ai liniilor existente, datorită adoptării unor procedee şi utilaje tehnologice mai perfecţionate, din care unele au fost menţionate mai sus.

Astfel:

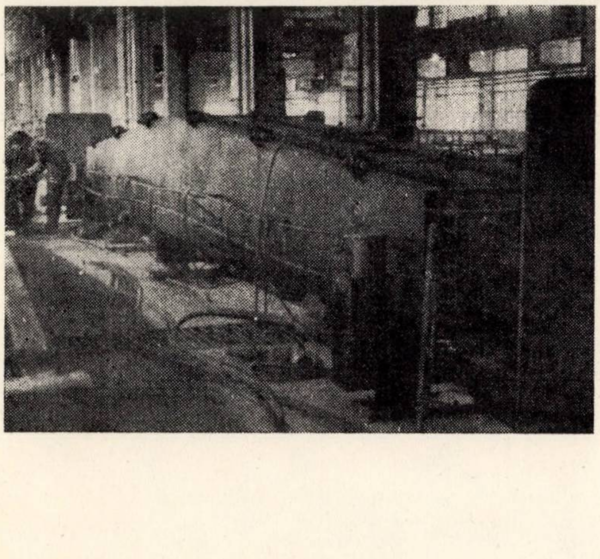
— Pentru *stîlpi LEA şi stîlpi pentru spalieri de vie din beton precomprimat*, în locul tehnologiei pe stand lung s-a introdus tehnologia în conveier (fig. 24), la noile fabrici de la Buzău şi Oradea, care — folosind tipare cochilă, tragerea individuală a armăturilor şi reazeme vibrante, prezintă un grad de mecanizare mai ridicat a operaţiilor de pregătirea tiparelor, pretensionarea armăturilor, turnarea şi vibrarea betonului şi a manipulării elementelor, ceea ce permite o economie de spaţiu şi o dublare a productivităţii pe unitate de suprafaţă, precum şi o sporire a productivităţii pe cap de muncitor, faţă de linia cu stand lung.

— Pentru producţia *tuburilor de presiune sistem Premo*, în proiectarea şi realizarea liniilor tehnologice din noile secţii (Hunedoara, Turda, Buzău) s-au luat în considerare o serie de îmbunătăţiri, printre care se menţionează în special reducerea cu circa 25% (8 ore) a duratei de tratare termică a betonului din tubul-miez, ca urmare a folosirii cimentului RIM 300, comasîndu-se astfel cele două grupe de camere de tratare, ceea ce a permis o reducere de acelaşi ordin a suprafeţei tehnologice şi a numărului de tipare.

Tot în domeniul tehnologiei de fabricarea tuburilor de presiune, I. P. Progresul, în urma unor experimentări efectuate cu asistenţa tehnică a INCERC [32], a propus o soluţie tehnologică cuprinzînd următoarele simplificări: eliminarea sablării tuburilor-miez, realizarea vîrfului tubului direct din centrifugare, fără prelucrare ulterioară, executarea stratului de protecţie fără menţinerea tubului sub presine, tensionarea longitudinală fir cu fir în locul celei continue şi reducerea ciclului de aburire, avînd ca urmare o ridicare a productivităţii cu circa 30%, o reducere a greutăţii utilajelor de pe linia tehnologică şi deci a investiţiei cu circa 30%. Aceste simplificări s-au aplicat la secţia de tuburi de la I. P. Roman şi urmează a se aplica la noile secţii de la Oradea şi Buzău.

— La proiectarea liniei tehnologice pentru *grinzi de beton precomprimat cu inimă plină*, în curs de realizare la noua fabrică de prefabricate de la Hunedoara (fig. 25), s-a folosit tehnologia pe stand lung, obţinîndu-se următorii indici tehnico-economici: productivitate pe linia tehnologică 9,3 m³/m²/an şi productivitate pe cap de muncitor 284 m³/om/an.

Fig. 25 – Linia tehnologică pentru grinzi de beton precomprimat cu inimă plină, la întreprinderea de prefabricate Hunedoara



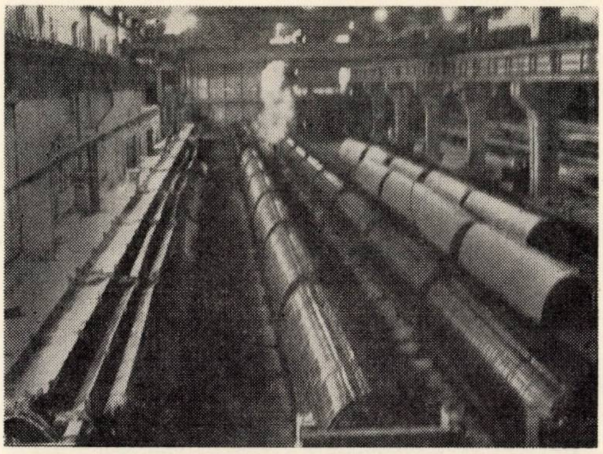
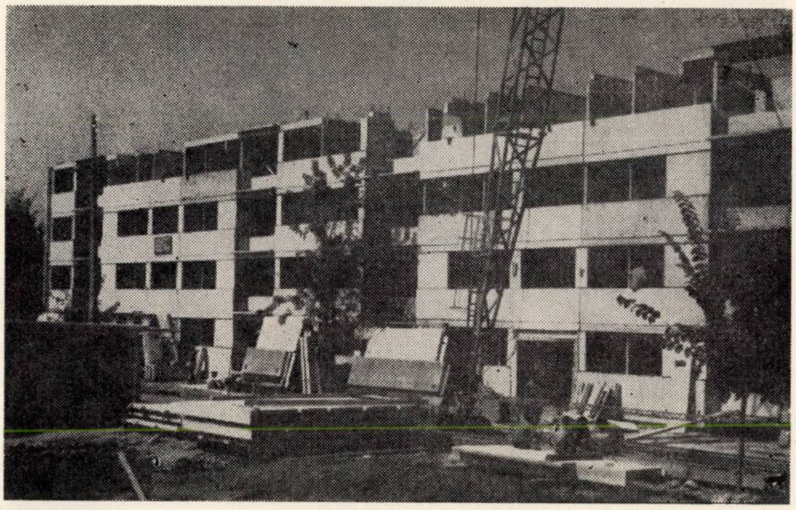


Fig. 26 – Linii tehnologice pentru jgheaburi de beton precomprimat la fabrica de prefabricate Călăraşi

— Pentru fabricarea *chesoanelor de beton precomprimat de 1,5 × 12...1,5 × 18 m*, la noua fabrică de la Buzău, proiectul prevede utilizarea tehnologiei pe stand lung, în tipare metalice, cu folosirea unei rigle vibrante pentru formare-compactare şi a unei instalaţii de pretensionare individuală cu transfer lent. S-au prevăzut următorii indici tehnico-eco-

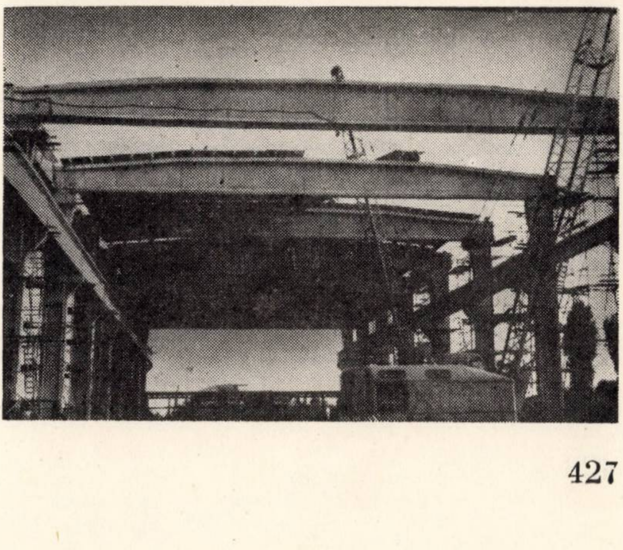


a

Fig. 27 – Aspecte de la montarea structurilor prefabricate

a – Clădire din panouri mari; *b* – hală industrială

b



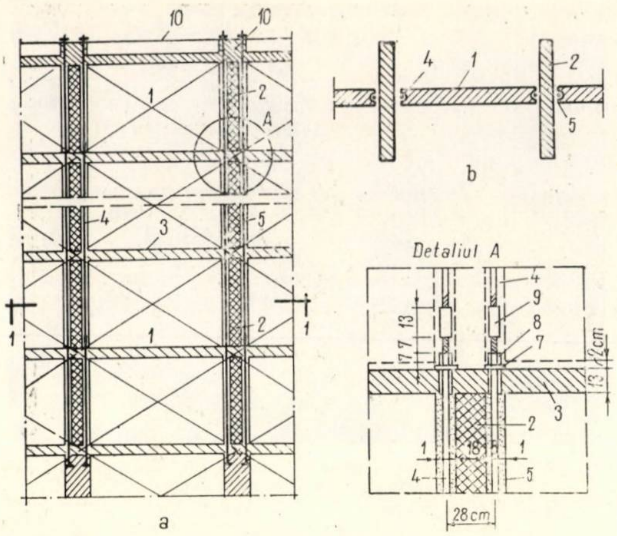


Fig. 28 – Schema sistemului de îmbinare antiseismică a construcţiilor din panouri mari, prin precomprimare pe verticală

a) Fragment de diafragmă verticală;
b) secţiune orizontală 1–1;
c) detaliul A.

1, 2. Panou de perete interior portant;
3. centură B 300;
4. bară $\acute{E}$ 20–25;
5. mortar injectat;
6. ţeavă P.V.C.;
7. placă;
8. piuliţă;
9. mufă;
10. grindă de repartizare

nomici: productivitate pe linie tehnologică 10,9 m³/m²/an şi productivitate pe cap de muncitor 220 m³/om/an.

— La *fabrica de prefabricate Călăraşi* s-au realizat trei linii tehnologice pentru producerea *jgheaburilor de irigaţii din beton precomprimat* (fig. 26), cu tehnologia pe stand lung în tipare metalice cu laterale interschimbabile şi comune la două şiruri de tipare, folosind pentru compactare vibratoare de cofraj cu frecvenţă ridicată tip Wacker (9 000 vibr/min.), tragerea individuală a armăturilor preîntinse cu prese tip Max-Paul, obţinînd avantajele arătate cu privire la reducerea suprafeţei tehnologice, a consumului specific de armătură şi a productivităţii muncii. Ca urmare s-au obţinut următorii indici tehnico-economici: productivitate pe linie tehnologică 7,6 m³/m²/an şi productivitate pe cap de muncitor 220 m³/om/an.

e) Pentru *extinderea producţiei de panouri mari*, pe baza experienţei fructuoase de la realizarea blocului experimental de la Deva, INCERC şi I.P.C.T. au elaborat proiecte pentru poligoane de şantier, în vederea realizării clădirilor de locuit cu confort diferenţiat.

Aceste poligoane, proiectate în mai multe variante, prezintă următoarele caracteristici:

— capacitate de producţie	400 ap./an (5 500 m³/an 2 ap./zi)
— investiţie iniţială circa	2 500 000–2 800 000 lei
— investiţie specifică	460–520 lei/m³
— productivitate pe cap de muncitor	108 m³/om/an
— preţ de cost panou b.a. (inclusiv transp. la 5 km)	560–625 lei/m³

f) La realizarea *structurilor din prefabricate* s-au aplicat procedee tehnologice şi organizări adecvate determinate şi de folosirea unor elemente prefabricate cu gabarite şi greutăţi sporite, folosindu-se utilaje moderne de performanţe ridicate, care au permis accelerarea ritmului de montare şi scurtarea termenelor de execuţie (fig. 27 *a* şi *b*).

Cu toate progresele realizate în domeniul concepţiei, producţiei şi folosirii prefabricatelor de beton armat şi beton precomprimat în construcţii, stadiul actual este susceptibil şi necesar să fie îmbunătăţit în continuare, pentru a asigura — pe calea industrializării — executarea volumului imens de lucrări de construcţii aflat în creştere neîntreruptă şi pentru a se menţine la nivelul mondial al exigenţelor, din ce în ce mai mari, cerute elementelor şi structurilor de construcţii în ceea ce priveşte diversitatea, calitatea şi eficienţa lor.

II. PROBLEME PRIVIND DEZVOLTAREA TEHNICII PREFABRICĂRII ÎN ŢARA NOASTRĂ

Principalele probleme ale dezvoltării tehnicii prefabricării construcţiilor, pentru a corespunde exigenţelor crescînde, sînt legate, în principal, de aceleaşi aspecte, ca: alcătuirea elementelor şi folosirea unor materiale cu caracteristici superioare; procedee tehnologice adoptate pentru producerea lor; organizarea modului de producţie etc.

1. Noi materiale şi tipuri de elemente prefabricate

Prefabricarea cere elemente şi structuri de construcţii cît mai uşoare. Cerinţa uşurării construcţiilor este determinată de necesitatea de a reduce la minimum greutatea moartă a elementelor de construcţie, atît pentru a micşora consumul specific de materiale, cît şi pentru a reduce cheltuiala de lucru mecanic, deci costurile, pentru manipulare, transport şi montare, care au o mare importanţă în cazul prefabricării.

Se ştie că uşurarea construcţiilor se poate realiza, în principal, pe două căi:

— prima, prin folosirea unor elemente cu secţiuni cît mai reduse, realizate din materiale de mare rezistenţă (oţeluri şi betoane cu caracteristici superioare), ale căror proprietăţi sînt exploatate cît mai raţional;

— a doua, prin utilizarea unor materiale cu densitate specifică aparentă cît mai mică (betoane uşoare, produse ceramice cu pereţi subţiri, elemente de construcţie din aliaje uşoare, produse superioare de lemn, mase plastice etc.).

Bineînţeles că folosirea unor astfel de materiale şi elemente necesită tehnologii noi pentru realizarea lor.

Cerinţa şi căile de a realiza uşurarea construcţiilor pun în evidenţă interdependenţa strînsă care există — şi care trebuie studiată continuu — între structură şi tehnologie, prin care — pe de o parte — prefabricarea industrială reclamă structuri uşoare, iar — pe de altă parte — necesitatea adoptării unor structuri uşoare impune asimilarea unor tehnologii adecvate, industriale, pentru realizarea elementelor prefabricate uşoare de mare rezistenţă.

Prin această interdependenţă între structură şi tehnologie, industrializarea a revoluţionat tehnica betonului armat, dezvoltînd prefabricarea uzinală, noi procedee de precomprimare etc.

În aceste domenii există un cîmp larg de investigaţie, întrucît posibilităţile sînt încă prea puţin explorate şi puse în valoare. Dacă în ceea ce priveşte elementele cu secţiuni reduse realizate din materiale de rezistenţă superioară s-a făcut un început bun, sub aspectul folosirii materialelor uşoare, realizările din ţara noastră sînt încă destul de sporadice şi timide.

a) În domeniul construcţiilor prefabricate din beton uşor, literatura tehnică [21, 22, 23, 24] indică realizări de masă eficiente şi performanţe cu totul remarcabile, care au putut fi obţinute în multe ţări prin folosirea **betoanelor de rezistenţă cu agregate uşoare** şi anume:

— realizarea, în mod curent, a unor betoane de rezistenţă cu agregate artificiale uşoare (în general, argilă expandată), avînd densitatea specifică aparentă de 1 400–1 800 kg/m³ şi rezistenţe mergînd pînă la peste 300 kgf/cm², care micşorează greutatea moartă a structurilor cu 25–30% faţă de structurile în beton armat cu agregate grele şi deci permit reducerea corespunzătoare a consumului de oţel, a costului de manipulare, transport şi montaj (la greutate egală, elementele prefabricate din beton armat uşor pot acoperi suprafeţe sporite în aceeaşi proporţie);

— executarea cu astfel de betoane a unor construcţii prefabricate înalte — clădiri din panouri mari complet prefabricate pînă la 20 şi chiar 30 de niveluri — cum sînt cele din Australia, sau clădiri cu schelet mixt, folosind şi elemente prefabricate (pentru planşee, pereţi exteriori etc.), mergînd pînă la 50 de niveluri, în Australia şi S.U.A.;

— folosirea betonului uşor la elemente şi structuri precomprimate cu deschideri mari pentru acoperişuri, poduri etc., mergînd pînă la deschideri de peste 30 m.

Aceste utilizări şi performanţe se explică prin caracteristicile deosebite pe care betonul cu agregate uşoare le conferă construcţiilor: o mai bună adaptare la solicitări dinamice şi seismice, datorită greutăţii mai reduse şi deformabilităţii sporite; o mai bună capacitate de izolare termică; o comportare superioară la acțiunea focului etc. Datorită acestor rezultate, construcțiile de beton armat ușor prezintă și o eficiență economică superioară față de cele de beton armat obișnuit, chiar și din punctul de vedere al prețului de revenire.

Datele și rezultatele menționate constituie un argument puternic pentru trecerea la asimilarea în practica construcțiilor din țara noastră a unor *agregate artificiale ușoare*, cu caracteristici apropiate de cele din străinătate (tip Lecca). Totodată, trebuie să se dezvolte studiile și cercetările începute pentru realizarea betoanelor ușoare de rezistență și a elementelor prefabricate din beton armat și beton precomprimat corespunzătoare.

În afară de problemele aferente betonului de rezistență cu agregate ușoare, trebuie continuate eforturile și cercetările în direcția asimilării în producție a unor *noi sorturi de cimenturi* (cimenturi de înaltă rezistență pentru betoane de mărci ridicate — pînă la 800 kgf/cm² —, cimenturi cu întărire rapidă adecvate pentru tratarea termică a betoanelor, fără scăderi de rezistență față de întărirea normală, cimenturi albe cu contracție redusă și rezistente la intemperii pentru elemente prefabricate decorative, cimenturi expansive etc.), precum și pentru mărirea producției, diversificarea sortimentelor (plase sudate etc.), realizarea calității și a unei mai bune omogenități la *oțelurile superioare* pentru armăturile betonului armat și betonului precomprimat.

b) În ce privește **elementele și structurile prefabricate**, dezvoltarea lor manifestă tendința de a se axa pe următoarele direcții principale :

— Extinderea, pînă la generalizare, a **folosirii prefabricatelor eficiente de beton precomprimat** (inclusiv de beton cu agregate ușoare) pentru acoperișuri de hale industriale : grinzi principale de rezistență cu inimă plină T și dublu T, pînă la deschideri de 24 m și a elementelor de suprafață plane sau curbe : T, TT, chesoane, pisoane etc., și pentru alte construcții de deschideri mari, ca acoperișuri de săli, poduri etc.

— Perfecționarea și simplificarea sistemelor actuale de **îmbinare antiseismică la construcții din panouri mari** (care complică tehnologia de confecționare a panourilor, consumă un volum mare de manoperă pe șantier și lungește durata de execuție), pentru a permite aplicarea ușoară a acestui sistem de construcție, pe scară largă, în toate regiunile țării și pentru a crea premise pentru extinderea lui și la construcții cu multe niveluri.

În acest sens sînt în curs cercetări la INCERC, pentru folosirea precomprimării la îmbinarea pe verticală a panourilor de pereți, care formează diafragme antiseismice.

Prin acest sistem se urmărește eliminarea legăturilor orizontale din rostul vertical dintre panourile de pereți și concentrarea lor, pe fiecare nivel, în centurile dintre panourile de planșeu. Ca urmare, panourile de pereți devin elemente prismatice drepte, cu toate fețele plane, fără profilații și mustăți pe contur, eliminîndu-se totodată și operațiile de sudare și de betonare a îmbinărilor verticale pe șantier.

Conlucrarea spațială a diafragmelor verticale din panourile asamblate prin precomprimare se prevede a se realiza prin intermediul șaibelor orizontale rigide realizate din panourile de planșeu asamblate prin îmbinări de rezistență (fig. 28).

— *Diversificarea producției de elemente prefabricate* pentru a cuprinde, atît noi aplicări și în special generalizări ale unor experimentări anterioare, încheiate cu bune rezultate, la construcțiile de locuințe care nu se prefabrică integral — inclusiv cele cu multe niveluri — folosind elemente prefabricate de beton armat cu grad cît mai ridicat de finisare și echipare (semipanouri pentru planșee, panouri ușoare pentru fațade, rampe pentru scări, cabine spațiale pentru grupuri sanitare etc.), cît și noi domenii de aplicare a prefabricării la alte categorii de construcții, cum sînt : construcțiile civile — la care prefabricarea a rămas mult în urmă, — construcțiile industriale etajate, construcțiile rurale și o serie de construcții inginerești, în special cele subterane (lucrări miniere, canale subterane pentru termoficare etc.).

c) **În legătură cu concepția și proiectarea structurilor din elemente prefabricate** se degajează următoarele idei, care pot orienta dezvoltarea :

— Proiectarea trebuie să îmbine armonios cerințele tehnologiei industriale (tipizare, serie mare de elemente asemenea, simplitatea formelor etc.) cu cele ale aspectului arhitectural și estetic al structurilor (varietate, plastică etc.). Aici trebuie subliniat rolul important al arhitectului de astăzi, care trebuie să mînuiască cu iscusință mijloacele și posibilitățile materiale ale prefabricării, pentru a realiza construcții frumoase și variate, dar totodată economice. Soluția acestei probleme trebuie căutată în cadrul industrializării — în colaborare cu inginerul proiectant de rezistență și cu cel de tehnologie — și nu în afara ei.

— Prefabricarea construcțiilor poate fi realizată, fie în *sistemul închis* (prefabricare specifică), fie în *sistemul deschis* (prefabricare liberă sau universală).

Prefabricarea închisă (cu folosirea unor elemente specifice, economic concepute și destinate exclusiv unei anumite categorii de construcții) se aplică în general construcțiilor de același tip integral prefabricate, folosite pe scară largă (cazul clădirilor de locuit din panouri mari sau al halelor industriale parter), care permit producția industrială de mare serie a elementelor respective.

Prefabricarea deschisă (cu folosirea elementelor prefabricate universale, interșanjabile, concepute mai larg, pentru aceeași funcțiune, dar corespunzînd exigențelor mai multor categorii de construcții) se aplică la grupuri de construcții cu destinații diferite, integral sau parțial prefabricate — cum este cazul construcțiilor civile (în care fiecare grup de construcții în parte nu poate reprezenta o serie suficient de mare de elemente de același tip și de aceea este necesară unificarea parametrilor pentru elementele cu aceeași funcțiune de la mai multe grupuri de construcții), pentru a realiza serii de fabricație suficient de mari spre a fi economice pentru o producție industrială.

În condițiile actuale și ale viitorului apropiat din țara noastră apare necesitatea de a fi utilizate ambele sisteme de prefabricare menționate mai sus, pentru a putea ridica gradul de prefabricare al tuturor construcțiilor. În perspectivă, probabil că se va ajunge la o sinteză a celor două sisteme, la fel ca în industrie, dar rămîne ca experiența să arate care din cele două sisteme va contribui cu ponderea cea mai mare în această sinteză.

2. Dezvoltarea tehnologiilor de producție a elementelor prefabricate

Experiența de pînă acum în producția prefabricatelor de beton din țara noastră, studiile și cercetările aflate în curs de efectuare, precum și realizările din alte țări indică următoarele direcții de dezvoltare a tehnologiilor de prefabricare :

— În domeniul *procedeelor de formare-compactare și întărire accelerată* a elementelor prefabricate se urmărește în continuare scurtarea duratei ciclului de fabricație și obținerea de rezistențe cît mai ridicate ale betonului, concomitent cu o mărire a productivității, atît prin perfecționarea și generalizarea aplicării procedeelor actuale, cît și prin punerea la punct și introducerea unor noi procedee tehnologice, ca : vibropresarea, premalaxarea mortarului, tratarea termică în camere cu acțiune continuă, încălzirea electrică a betonului etc.

— În domeniul *precomprimării elementelor prefabricate* se lucrează la definitivarea și punerea la punct, în vederea asimilării în producție, a procedeelor și instalațiilor de pretensionare pentru fascicule postîntinse cu capacitate pînă la 200 tf, necesare pentru elemente cu deschideri mari, elemente pentru poduri, elemente pentru reactoare nucleare și alte construcții speciale.

Pentru elementele de beton precomprimat cu armături preîntinse, dezvoltarea urmează a se axa pe elaborarea și asimilarea în țară — spre a se evita importul — a procedeelor și utilajelor de pretensionare individuală de 12 tf (fig. 29), care prezintă o aplicare mai elastică la o producție mai diversă și o siguranță sporită în ce privește realizarea forței de precomprimare. Există, de asemenea, posibilitatea aplicării procedeului de deflectare a armăturilor, rezolvată și pentru toroane, care poate fi necesară în anumite cazuri speciale.

— În organizarea *liniilor tehnologice industriale de fabricație*, orientarea de pînă acum, de a dispune de linii de fabricație universală, cu tehnologia de stand, specifică unei producții mai elastice (care corespundea unor serii mai mici de produse) urmează a fi înlocuită din ce în ce mai mult cu *specializarea liniilor tehnologice* pentru producția unor elemente tipizate ce se produc în serii mari, adecvate creșterii volumului de prefabricate care vor fi folosite în construcții. Adoptarea unor tehnologii specializate face posibilă mecanizarea și, parțial, automatizarea operațiilor pe liniile de fabri-

POSIBILITĂŢI DE ORGANIZARE A PREFABRICĂRII CONSTRUCŢIILOR

(Producţia şi montarea elementelor prefabricate de beton armat)

Producţia de prefabricate

(Caracterul, felul şi locul producţiei — Tipuri de unităţi)

Mod de organizare

I
Organizare bazată
pe
separarea producţiei
şi montării
prefabricatelor
(în unităţi separate)

→

1. Prefabricare uzinală

producţie industrială de elemente prefabricate în unităţi industriale independente, care livrează elemente prefabricate, ca *produse industriale* (în general elemente de mare serie şi în special cele concepute pentru sistemul de prefabricare deschisă)

→

a) *Unităţi industriale republicane* depinzînd de ministere sau alte organe centrale;
Ex. — Intreprinderea prefabricate Progresul Bucureşti — Întreprinderea de poduri şi prefabricate beton Piteşti (MCF)

b) *Unităţi industriale locale* depinzînd de organe locale judeţene: Ex. — Întreprinderea prefabricate şi materiale de construcţii Palas-Constanţa — Întreprinderea prefabricate Arad

→

Montarea prefabricatelor

(se face prin)

Intreprinderi de construcţii-montaj
(care procură elemente prefabricate de la unităţi industriale producătoare)

II.
Organizare bazată
pe:
comasarea producţiei
şi montării
prefabricatelor
(în aceeaşi unitate)

→

2. Prefabricare la constructor

producţie secundară de elemente prefabricate în cadrul întreprinderilor de construcţii, în general pentru elemente de serie mică
— producţie secundară sau industrială de elemente prefabricate pentru construcţii complet prefabricate — sistem de prefabricare inchisă — în unităţi cu organizare mixtă — combinate de case — care livrează construcţii gata

→

a *Prefabricare centralizată*, în afara şantierelor în unităţi industriale staţionare sau în subunităţi anexe permanente ale întreprinderilor de construcţii (ateliere, baze de producţie) care livrează elemente prefabricate la mai multe şantiere
Ex.: Întreprinderea prefabricate beton Bucureşti, Militari din cadrul DGCM, CPMB; Atelierul Prefabricate TRL Bacău

b *Prefabricare de şantier* în ateliere semipermanente (demontabile), poligoane amplasate pe mari şantiere sau ateliere mobile care se deplasează de pe un şantier pe altul şi execută elemente prefabricate pentru mai multe obiecte de pe acele şantiere.
Ex. — Atelierul Prefabricate al Intreprinderii Construcţii Siderurgice Galaţi — Poligonul de panouri mari TRL Deva

c. *Preturnare pe şantier*, lîngă locul de montaj, pe platforma obiectului de construcţie la care se folosesc elementele prefabricate.

→

Intreprinderi de construcţii-montaj
(care montează elemente prefabricate produse în cadrul lor)

CRITERII DE ALEGERE A MODULUI DE ORGANIZARE A PRODUCȚIEI PREFABRICATELOR DE BETON ARMAT PENTRU CONSTRUCȚII ȘI INFLUENȚA LOR ASUPRA DETERMINĂRII LOCULUI PRODUCȚIEI ȘI TIPULUI DE UNITATE DE PRODUCȚIE

Clasificarea criteriilor			Influența criteriilor			
			Obiectul și consecințele determinate de criterii		Cerințe impuse sau admise	Mod de producție și tipul de unitate impus sau admis
I **Criterii tehnice și tehnologice** depinzînd de caracteristicile intrinsece ale elementelor prefabricate (determinate prin proiect)	1. Complexitatea (forma și alcătuirea) elementului		Determină gradul de dificultate tehnică și tehnologică la confecționarea elementelor prefabricate	— dificultate tehnică și tehnologică mare	— mijloace și procedee tehnologice speciale — cadre de calificare ridicată	— prefabricare uzinală în unități de producție industrială
	2. Condiții speciale de calitate cerute elementelor (rezistențe, grad de finisare și echipare etc.)			— dificultate tehnică și tehnologică normală sau redusă	— mijloace și procedee tehnologice obișnuite — cadre de calificare obișnuită	— prefabricare în orice tip de unitate
	3. Dimensiuni de gabarit ale elementelor		Determină limitarea sau imposibilitatea transportului elementelor pe căile de transport obișnuite.	— gabarit și greutate mare	— căi de comunicație și mijloace de transport speciale	— prefabricare de șantier sau preturnare
	4. Greutatea elementelor			— gabarit și greutate normală sau mică	— căi de comunicație și mijloace de transport obișnuite	— orice fel de prefabricare
II **Criterii economice și organizatorice** depinzînd de factori exteriori (frecvență de utilizare a elementelor prefabricate; destinația și locul lor de folosire; anumiți indicatori tehnico-economici etc.)	5. Mărimea seriei elementelor de același tip		Determină indicatorii tehnico-economici ai unității de producție și posibilitatea de adoptare a anumitor tehnologii	— serie mare	— producție pe linii tehnologice specializate de mare productivitate	— prefabricare uzinală în unități de producție industrială
				— serie mică	— producție cu mijloace obișnuite	— prefabricare uzinală locală sau prefabricare secundară la constructor
	6. Indicele de transport al elementelor		Determină distanța de transport rațională	— indice de transport mare	— distanță mare de transport	— prefabricare în afara șantierelor (industrială sau centrală la constructor)
				— indice de transport mic	— distanță mică de transport	— prefabricare la constructor sau pe șantier
	7. Condiții speciale:	Coordonarea producției elementelor cu montarea lor	Determină comasarea producției cu montarea elementelor			— prefabricare în combinate de case sau pe șantier
		Termenul de intrare în producție (livrare)	Determină dezvoltarea producției în unități existente			— prefabricare în orice fel de unitate permanentă existentă
		Reducerea investițiilor specifice	Determină organizarea producției în unități provizorii; temporare			— poligoane de șantier

Fig. 30

cație, ceea ce va duce la o creștere importantă a productivității muncii, față de stadiul actual.

În această situație vor trebui extinse liniile tehnologice în conveier, cu funcționare continuă, cu grad ridicat de automatizare, pentru produsele de foarte mare serie și va trebui mărit gradul de mecanizare a operațiilor pe liniile tehnologice de stand sau în lanț de agregate, folosind dispozitive de mică mecanizare, automatizarea accelerării întăririi prin tratare termică etc.

Pe toate liniile tehnologice va trebui sporit gradul de finisare și echipare a elementelor din fabrică, inclusiv gradul de precizie a formei și dimensiunilor, pentru a reduce manopera de montare și asamblare pe șantier.

3. Locul și modul de organizare a producției de prefabricate

Organizarea producției de prefabricate este strîns legată de sistemul conceput pentru execuția construcțiilor cărora le sînt destinate, astfel că, la alegerea diferitelor variante de prefabricare posibile, trebuie să se țină seamă de ansamblul procesului de realizare a construcțiilor respective (producția de prefabricate și montarea lor), care influențează eficiența tehnico-economică a obiectelor finite — construcțiile montate și terminate.

Experiența din țara noastră și din alte țări arată că sînt posibile două moduri principale de organizare a prefabricării construcțiilor, bazate pe: **separarea producției prefabricatelor de montarea lor** (prefabricarea uzinală) sau **comasarea producției cu montarea prefabricatelor** (prefabricarea la constructor).

În fiecare din cele două cazuri, producția de prefabricate se poate realiza în mai multe tipuri de unități (fig. 29), nefiind justificate soluțiile exclusiviste: totul în fabrică sau totul pe șantier.

Criteriile care determină posibilitățile de alegere a unui anumit loc și mod de organizare a producției de prefabricate depind de o serie de condiții de ordin tehnic, economic etc., putînd fi grupate astfel: criterii tehnice și tehnologice, și criterii economice și organizatorice (fig. 30).

Dintre aceste criterii sînt de scos în evidență următoarele:

— **complexitatea, condiții speciale de calitate și mărimea elementelor de prefabricate**, care prin gradul lor de dificultate tehnică și tehnologică de confecționare pot determina, obligatoriu, execuția elementelor numai în uzină (pentru elemente de complexitate și calitate ridicată) sau numai pe șantier (pentru elemente care nu pot fi transportate);

— mărimea seriei elementelor prefabricate, care influențează direct indicii tehnico-economici ai unităților de producție (capacitate, investiție specifică, productivitate, preț de cost) și prin urmare duc — în general — la adoptarea producției uzinale, în cazul seriilor mari și la prefabricarea la constructor, în cazul seriilor mici;

— **indicele de transport al elementelor prefabricate**, exprimat prin valoarea rezultată pentru costul transportului elementelor pînă la șantier, acceptat într-o anumită proporție față de prețul elementelor prefabricate (în general, costul transportului nu trebuie să depășească 10% din prețul prefabricatelor), determină pentru fiecare element distanța la care se poate transporta, fără ca prețul de revenire la șantier să devină oneros.

Coroborînd acest ultim criteriu cu cel al mărimii seriei elementelor, rezultă că elementele prefabricate cu densitate de preț redusă, care au și un indice de transport mai mic (deci nu suportă transport pe distanță mare, chiar dacă sînt de serie mare, cum este cazul panourilor mari), pot fi produse economic în unități industriale situate în afara zonelor de folosire, numai dacă se adoptă — la producerea lor — tehnologii perfecționate cu un înalt grad de mecanizare, pentru a putea obține o reducere suficientă de manoperă și de preț (față de costul producției locale, pe poligoane), spre a putea compensa diferența de cost al transportului pe distanța pînă la șantier.

Totodată, pentru a putea realiza acest lucru este necesar ca producția industrială de prefabricate eficiente să fie stimulată de stabilirea unor indicatori de plan corespunzători (să nu se planifice beneficii mari, care să scumpească prețul de vînzare al elementelor, să nu se planifice producția în m^3, ci în elemente fizice etc.).

Pe baza acestor criterii, principalele tipuri de elemente prefabricate pot fi grupate — din punctul de vedere al locului și modului de producție — în modul următor:

a) **Elemente prefabricate care pot fi executate numai în unități industriale** (fabrici), datorită specificului procesului tehnologic și instalațiilor speciale necesare fabricației lor, ca, de exemplu: elementele care cer o formare-compactare cu procedee și agregate tehnologice deosebite (vibropresare, centrifugare — cum sînt tuburile sau alte elemente similare) sau o accelerare a întăririi betonului prin tratare termică în condiții speciale (autoclavizare — pentru elementele armate de beton celular), precum și unele elemente de beton precomprimat cu armătură preîntinsă, cu alcătuire mai dificilă, complexitate mai mare sau condiții de calitate și destinații speciale (cum sînt stîlpii pentru LEA, traverse C. F. etc.).

b) **Elemente prefabricate a căror producție este rațional a fi organizată în unități industriale**, din considerente tehnice și economice, ca, de exemplu: elementele de tehnicitate mai ridicată și dificultate tehnologică mare, cărora li se impun — prin proiect — caracteristici speciale de calitate, cerînd astfel condiții tehnologice de fabricație (utilaje speciale, personal de înaltă calificare etc.) de care nu pot dispune, în mod normal, decît unitățile industriale (așa cum sînt elementele liniare și elementele de suprafață din beton precomprimat de marcă ridicată, fîșiile cu goluri, anumite elemente cu zăbrele etc.). De asemenea, intră în această categorie elementele prefabricate de foarte mare serie care depășesc necesarul unor șantiere, chiar foarte mari, sau al unor unități de construcții și pentru producerea cărora pot fi organizate mai economic linii specializate dotate cu instalații cu grad ridicat de mecanizare, cu ajutorul cărora se pot obține reduceri ale prețului de cost, spre a compensa astfel costul transportului la șantiere. (Așa sînt chesoanele de acoperiș, panele de acoperiș, stîlpii pentru spalieri de viță de vie, jgheaburile pentru irigații etc.)

c) **Elemente prefabricate care pot fi executate atît în fabrici, cît și în unități anexe ale organizațiilor de construcții**, din punct de vedere tehnic și tehnologic, oricare din cele două soluții putînd reprezenta, față de cealaltă, avantaje sau dezavantaje, în funcție de situația concretă respectivă. În această categorie se cuprind, în general, elemente de complexitate medie, cu gabarit sau greutate obișnuită (în general, elemente sub 18 m lungime, sub 3 m lățime și sub 10 t greutate), care nu pun probleme grele de execuție și mai ales de transport (ca, de exemplu: panouri mari, elemente de suprafață de beton armat pentru planșee și acoperișuri, elemente liniare de beton armat pentru schelete de rezistență, elemente de suprafață pentru pereți — cu sau fără izolare termică — elemente spațiale cu mărimea pînă la o cameră, elemente diverse).

La această categorie de elemente se impune o analiză tehnico-economică mai adîncită, pentru stabilirea celui mai eficient mod de producție, dat fiind că problema poate avea aspecte variate și complexe, în funcție de anumite condiții specifice ale cazului respectiv, putînd exista și soluții intermediare (de exemplu, poligoane mobile depinzînd de o unitate industrială sau de constructor).

d) **Elemente prefabricate care pot fi executate în condiții mai economice pe poligoane sau direct pe șantiere**, întrucît nu reclamă o tehnicitate deosebită, sînt, în general, de dimensiuni mai mari și în serii mici (elemente netipizate, comenzi speciale), avînd în același timp și o densitate de preț redusă, astfel încît nu pot suporta costul transportului și producerea lor în fabrici ar duce la prețuri de revenire mai mari decît în cazul fabricării locale (așa sînt: stîlpii de beton armat pentru diferite construcții industriale, piloții de beton armat, fermele întregi de acoperiș din beton armat, elementele de susținere pentru conducte etc.). Trebuie subliniat de asemenea avantajul poligoanelor de șantier, de a reclama investiții inițiale mai reduse prin faptul că beneficiază de dotările generale ale șantierelor.

e) **Elemente prefabricate care pot fi executate numai pe șantiere**, care, datorită gabaritului, dimensiunilor sau greutății lor (elemente peste 18 m lungime, peste 3 m înălțime sau peste 10—15 t greutate), nu pot fi transportate cu mijloace obișnuite pe calea ferată sau pe șosea. Aceste elemente trebuie executate exclusiv pe șantier, de regulă prin preturnare lîngă locul de montare sau pe platforme în apropierea obiectului respectiv (în această categorie se cuprind: elemente pentru suprastructuri de poduri, plăci mari plane sau curbe, elemente masive pentru infrastructuri sau lucrări speciale, elemente spațiale etc.).

4. Probleme diverse

Dezvoltarea producţiei şi folosirii eficiente a elementelor prefabricate de beton armat şi beton precomprimat pune şi o serie de alte probleme, dintre care se citează :

a) **Necesitatea ridicării nivelului calitativ al producţiei de prefabricate** şi în special al celor uzinate, acestea trebuind să constituie elemente superioare din acest punct de vedere faţă de cele monolite (pentru a compensa şi lipsa de continuitate a structurilor cu prefabricate) şi să devină adevărate produse industriale, omologate sau agrementate şi avînd marcă de calitate.

De asemenea, trebuie să se asigure realizarea calităţii şi la montarea şi asamblarea pe şantier a structurilor din prefabricate, în special în cazul construcţiilor de beton precomprimat. Aceasta impune *organizarea de unităţi specializate* pentru executarea unor asemenea lucrări, încadrate cu personal calificat şi specialişti, dotate corespunzător cu utilaje specifice lucrărilor respective.

Pentru asigurarea calităţii elementelor prefabricate şi a lucrărilor executate cu aceste elemente este necesară pregătirea continuă, de specialitate, a cadrelor de muncitori şi ingineri, prin cursuri de scurtă durată, organizate cu ajutorul institutelor de cercetare, aplicarea unui control riguros al calităţii în toate fazele procesului tehnologic de fabricaţie şi montare, precum şi instituirea unui sistem de autorizare pentru producerea şi montarea anumitor tipuri de elemente şi structuri prefabricate care implică o tehnicitate şi o răspundere mai deosebită.

b) În legătură cu stabilirea **eficienţei tehnico-economice** a diferitelor soluţii noi de prefabricate, care se studiază în cadrul activităţii de cercetare şi proiectare înainte de a fi introduse în producţie, apare necesitatea adoptării unei metodologii adecvate, pentru a putea compara între ele diferitele variante.

Actualul mod de calcul al preţului de cost pentru prefabricatele nou-propuse este simplist şi cu totul neadecvat, deoarece se procedează prin asimilarea aproximativă a noilor tipuri de elemente cu diferite tipuri de elemente prefabricate produse în mod curent, calculînd preţul de cost al noilor elemente prin aplicarea unor preţuri unitare existente ale betonului (lei/m^3) şi ale armăturii (lei/kg), la volumul de beton şi la greutatea armăturii rezultate din proiectul elementului. Acest mod de calcul nu poate da o imagine reală a costului şi a eficienţei noilor tipuri de elemente şi de multe ori el este chiar eronat, atît pentru faptul că actualele preţuri nu sînt corelate între ele, cît şi deoarece preţul unui element prefabricat nu poate fi direct proporţional cu volumul de beton (o placă prefabricată sau un panou de perete de 12 cm grosime nu poate fi cu 50 % mai scump decît unul de 8 cm grosime, numai din cauza sporului cantităţii de beton).

De aceea, pentru a avea la dispoziţie un instrument real de comparaţie este necesară elaborarea unei metodologii specifice pentru calculul preţului de cost al noilor elemente studiate, pe baza defalcării costurilor în elemente constitutive legate de caracteristicile elementului şi de fazele tehnologice ale procesului de confecţionare şi montare.

★

Betonul armat, folosit în construcţii de multe zeci de ani şi devenit un material tradiţional, capătă azi o nouă valenţă şi o importantă dezvoltare datorită prefabricării.

Aplicarea rezultatelor la care au ajuns studiile teoretice şi cercetările, ca şi soluţiile elaborate de proiectanţi, coroborate cu contribuţia producţiei în dezvoltarea tehnologiei, fac din betonul prefabricat materialul cel mai adecvat pentru concepţii şi realizări constructive îndrăzneţe, pentru construcţii cu destinaţii aproape nelimitate.

Condiţiile materiale, tehnice şi economice din ţara noastră (bază de materii prime pentru componenţii betonului, tradiţie de peste trei sferturi de secol în lucrările de beton, necesitatea de a folosi raţional oţelul etc.) conferă betonului armat prefabricat (cu variantele lui superioare : beton precomprimat şi beton uşor), de departe şi pentru mult timp, principalul loc în ierarhia materialelor de construcţie moderne.

Pentru a asigura un ritm mai accentuat al progresului tehnic în domeniul prefabricării betonului armat este necesară o colaborare strînsă între cercetare, proiectare şi producţie, în vederea descoperirii şi punerii în valoare a marilor rezerve interne ale acestui excepţional material, care mai ascunde încă multe posibilităţi nefolosite în măsură suficientă.

Bibliografie

[1] Eliade D., Furduescu G., Lupan M. : *Dezvoltarea producţiei şi folosirii prefabricatelor de beton armat în construcţii.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 8 şi 9, 1964

[2] Löbel L., Roşca V. : *Soluţii tehnologice pentru realizarea rezervoarelor de beton precomprimat.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 11, 1964.

[3] Lupan M., Manare D., Mihail N., Moasa D. : *Aspecte ale accelerării întăririi betoanelor la confecţionarea elementelor prefabricate prin tratare termică cu aburi sau încălzire de contact la temperaturi pînă la 100°C.* Studii şi cercetări INCERC. Seria Betoane-mortare, nr. 1, 1965.

[4] Löbel L., Pachiţac M., Popăescu A., Rüber E., Tannenbaum M., Viespescu D. : *Contribuţii la introducerea elementelor de mare serie din beton precomprimat pentru acoperişuri de hale industriale.* Studii şi cercetări INCERC. Seria Beton armat, beton precomprimat, nr. 2, 1965.

[5] Lupan M., Niculescu D., State D., Ban I. : *Studii şi cercetări privind dezvoltarea producerii şi folosirii prefabricatelor de beton armat în construcţii civile şi industriale.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 8–9, 1965.

[6] Cambureanu A., Tannenbaum M. : *Contribuţii ale INCERC la dezvoltarea tehnologiei de execuţie a betonului precomprimat pe standuri lungi.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 8–9, 1965.

[7] Găină N., Damian Fl., Tannenbaum M, ; Ciobanu V. : *Dezvoltarea procedeelor de execuţie a elementelor de beton precomprimat cu armături postîntinse.* Studii şi cercetări INCERC. Seria Beton armat, beton precomprimat nr. 1, 1965.

[8] Cambureanu A., Tannenbaum M., Vasilie G. : *Dezvoltarea tehnologiei de execuţie a betonului precomprimat cu armătură preîntinsă, pe standuri lungi, în fabricile de prefabricate.* Studii şi cercetări INCERC. Seria Beton armat, beton precomprimat, nr. 1, 1966.

[9] Halmagiu M., Topa N. : *Linii tehnologice pentru executarea jgheaburilor prefabricate din beton precomprimat.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 11, 1966.

[10] State D., Manare D., Traubici M. : *Accelerarea întăririi betoanelor din elemente prefabricate prin tratare termică în tipare încălzitoare.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 1, 1967.

[11] Traubici M., State D., Manare D. : *Automatizarea izotermiei la tratarea termică a betoanelor în mediu de abur saturat.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 12, 1967.

[12] * * * : *Îndrumări pentru utilizarea în elemente de construcţie de beton precomprimat a armăturilor pretensionate din sîrme de oţel amprentate SBP I A şi din toroane pentru beton precomprimat TBP.* Studii şi cercetări INCERC. Seria Beton armat, beton precomprimat, nr. 3, 1967.

[13] State D., Manare D., Traubici M. : *Tratarea termică a betoanelor într-un mediu de abur saturat la 100°C şi presiune atmosferică.* Studii şi cercetări INCERC. Seria beton armat, beton precomprimat, nr. 10, 1967.

[14] Soare M., Petcu V. : *Etude théorique et expérimentale de dalles rectangulaires en beton, armées avec de l'acier à haute résistance.* Revue Roumaine des sciences téchniques. Série de Mécanique appliquée, nr. 3, 1967.

[15] State D., Manare D., Traubici M. : *Cercetări INCERC în domeniul accelerării întăririi betoanelor şi perspective de viitor.* Studii şi cercetări INCERC, Seria Betoane-mortare, nr. 3, 1968.

[16] Niculescu D. D. : *Rezultatele unor cercetări privind soluţionarea panourilor mari de faţadă.* Studii şi cercetări INCERC. Seria Beton armat, nr. 4, 1968.

[17] Manare D., Traubici M. : *Instrucţiuni tehnice pentru tratarea termică a betoanelor folosite la confecţionarea elementelor prefabricate.* Studii şi cercetări INCERC. Seria Betoane-mortare, nr. 5, 1968.

[18] Roşca V., Stancu M. : *Probleme actuale şi de viitor în compactarea betoanelor monolite şi prefabricate.* Studii şi cercetări INCERC. Seria Betoane-mortare, nr. 5, 1968.

[19] * * * : *Îndrumări pentru utilizarea în elemente de construcţii din beton precomprimat a armăturilor pretensionate din vergele cu profil periodic PC 90.* Studii şi cercetări INCERC. Seria Beton precomprimat, nr. 6, 1968.

[20] Constantinescu N., Cambureanu A., Tannenbaum M. : *Cercetări experimentale pe grinzi de beton precomprimat de 18 m deschidere la 6 m interax pentru acoperişuri industriale.* Studii şi cercetări INCERC. Seria Beton precomprimat, nr. 10, 1968.

[21] Vernon Konkel E. : *General applications and economics of lightweight-aggregate concrete.* International congress an lightweight concrete. London May, 1968.

[22] Stigter J. : *Two fifty-storey buildings in Australia built with lightweight concrete.* International congress an lightweight concrete. London, May, 1968.

[23] Brown W. P. : *The use of lightweight concrete in the Melbourne area, particularly in ligh-rise precast residential construction.* International congress an lightweight concrete. London, May, 1968.

[24] Zunz G. J. : *Some examples of when and how lightweight concrete should be used.* International congress an lightweight concrete. London, May 1968.

[25] Halmagiu M. : *Consideraţii asupra posibilităţilor de îmbunătăţire a realizării unor elemente prefabricate de mare serie din beton precomprimat.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 2, 1969.

[26] Rüber E., Tannenbaum M., Viespescu D. : *Rosturi lipite cu răşini epoxidice. Experimentări pe un model de pod la scară naturală.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 4, 1969.

[27] Roşca V., Stancu M. : *Automatizarea tratamentelor termice în camere de aburire şi tipare încălzitoare.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 5, 1959.

[28] I.P.C.T. : *Studiu comparativ tehnico-economic între diferite soluţii de hale tipizate în vederea stabilirii domeniului eficient de utilizare.* Proiect 2150/1969.

[29] Rener C. : *Preocupări tehnologice la I.P.E.C. Braşov.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 6, 1969.

[30] Drimer M., Dull T., Ionescu C. C., Lissai F., Roşianu L., Suţescu P. Ziaeddin I. : *Prefabricate tipizate în domeniul construcţiilor civile.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 6, 1969.

[31] Grigoriu D., Săndulescu G. : *Aspecte în evoluţia concepţiei de alcătuire şi execuţie a structurilor de hale industriale parter în România.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 6, 1969.

[32] Halmagiu M. : *Consideraţii asupra posibilităţilor de îmbunătăţire a realizării unor elemente prefabricate de mare serie din beton precomprimat.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 6, 1969.

Aspecte ale dezvoltării geotehnicii şi a tehnicii fundaţiilor în R.S.R.

Prof. ing. **E. Botea**, dr. ing. **R. J. Bally**

Tehnica lucrărilor de fundaţii s-a dezvoltat în România încă în secolul trecut, cînd, în special cu ocazia lucrărilor de drumuri, căi ferate şi construcţii portuare, s-au executat numeroase fundaţii în condiţii grele, aplicîndu-se soluţii la nivelul tehnicii mondiale din perioada respectivă (diferite sisteme de fundaţii pe piloţi, chesoane deschise sau chesoane cu aer comprimat). Inginerii români au realizat construcţii foarte importante, între care se poate cita construcţia podului de cale ferată de peste Dunăre, la care fundaţiile au fost executate acum aproximativ 75 de ani pe chesoane cu aer comprimat la cca 30 m sub nivelul apei.

În ceea ce priveşte studiile geotehnice, se împlinesc aproximativ 30 de ani de cînd s-a înfiinţat în România primul laborator geotehnic (pe lîngă direcţia P.C.A., în legătură cu realizarea unei serii de 78 de silozuri).

Volumul de construcţii deosebit de amplu cerut de creşterea rapidă a economiei în anii socialismului a necesitat rezolvarea unor probleme complexe de fundaţii şi construcţii de pămînt şi, implicit, o puternică dezvoltare a geotehnicii şi tehnicii fundaţiilor. Ca urmare, în momentul de faţă funcţionează un institut republican specializat în prospecţiuni geotehnice; aproximativ 40 de laboratoare geotehnice permanente pe lîngă institutele centrale şi regionale de proiectare, trusturile de execuţie şi unităţile regionale pentru îmbunătăţiri funciare; numeroase laboratoare temporare pe diverse şantiere. Volumul anual aproximativ de prospecţiuni geotehnice se caracterizează prin următoarele cifre : 100 000 m foraje, destinate unui număr de 350 de obiective. Există cîteva zeci de trusturi de construcţii de pămînt; funcţionează patru catedre de geotehnică şi fundaţii pe lîngă institutele de construcţii existente în ţară, fiecare dintre ele fiind dotată cu laboratoare geotehnice şi avînd activitate didactică şi ştiinţifică. Cercetări ştiinţifice în domeniul geotehnicii se efectuează, de asemenea, în mai multe institute de cercetări ale Academiei R.S.R. şi departamentale. Un număr de lucrări de doctorat valoroase s-au realizat sau sînt în curs de elaborare în acest domeniu.

Există numeroase exemple de lucrări care ar merita să fie menţionate, fie pentru complexitatea lor, fie pentru ingeniozitatea soluţiilor, chiar în cazurile în care ele nu aduc elemente principial noi în tehnica fundaţiilor şi construcţiilor de pămînt. Expunerea lor ar cere însă un volum care depăşeşte cu mult pe cel acordat acestei prezentări.

De aceea, s-a preferat să se limiteze expunerea la semnalarea unor aspecte din geotehnică şi tehnica fundaţiilor în România care aduc elemente noi de interes general sau specifice ţării, chiar dacă ele nu reprezintă, prin complexitatea sau volumul lucrărilor la care se referă, realizările cele mai importante obţinute în ţara noastră în ultimii ani în domeniul respectiv.

Nevoia de a pătrunde, mai adînc decît este posibil cu metodele curente geotehnice, în cunoaşterea proprietăţilor pămînturilor, a determinat introducerea unor metode de studiu al constituenţilor din fracţiunea fină şi a structurii pămînturilor, şi anume difracţia razelor X, microscopie electronică, analiza termică diferenţială, cercetarea secţiunilor subţiri, spectrofotometrie în vizibil şi infraroşu, prospectare cu ultrasunete. În legătură cu aceste lucrări este de reţinut că ele nu s-au rezumat la aplicaţii cunoscute (în particular, la identificări de minerale argiloase), ci s-au orientat spre perfecţionări şi puneri la punct ale unor noi metode de investigaţie sau spre clarificarea unor probleme noi.

Pentru exemplificare, vom cita punerea în evidenţă a unor legături structurale de diverse intensităţi, în interiorul pămîntului, inaccesibile metodelor geotehnice. Pămînturi compactate la egală îndesare şi umiditate, însă prin diverse mijloace de compactare, au prezentat diferenţe de comportare mecanică, exprimată prin viteze diferite de propagare a ultrasunetelor.

Prin observare la microscopul polarizant s-a constatat caracterul floculat sau dispers al structurii pămînturilor compactate, precum şi un grad avansat de orientare a particulelor elementare de argilă.

Studiile efectuate au dovedit eficienţa spectrofotometriei în infraroşu, nu numai pentru determinarea compoziţiei mineralogice a fracţiunii argiloase, dar şi pentru obţinerea unor informaţii privind structura pămîntului şi a apei adsorbite.

S-au pus la punct şi se folosesc din ce în ce mai mult diverse tipuri de repere pentru urmărirea variaţiei umidităţii şi deformaţiilor în interiorul masivelor de pămînt. Pentru evitarea perturbării rezultatelor datorită neuniformităţii naturale a pămînturilor, în cazul în care se urmăreşte dezvoltarea fenomenului în adîncimea masivelor, s-a mers pe linia amplasării reperelor corespunzătoare diverselor niveluri în acelaşi foraj şi nu în foraje diferite. Astfel, se folosesc electrozi înfipţi în pereţii forajelor pentru urmărirea variaţiilor de umiditate; repere radioactive, de asemenea introduse în pereţii forajelor, sînt destinate măsurării aportului stratelor de la diverse adîncimi la tasarea masivului de pămînt; în acelaşi scop se folosesc şi repere a căror poziţie se poate determina la diverse intervale de timp cu un dispozitiv electroinductiv. Pentru depistarea suprafeţelor de lunecare se foloseşte un dispozitiv alcătuit din tronsoane tubulare din ţeavă de oţel avînd la capete casete de masă plastică legate de la un tronson la altul cu lamele de aramă; lamelele respective se rup cu uşurinţă în cazul deplasării tronsoanelor de tub unul faţă de altul, întrerupînd astfel un circuit electric în care sînt incluse şi a cărui continuitate se poate verifica de la suprafaţa terenului.

Se extinde folosirea metodelor radiometrice pentru studiul mişcării apei subterane şi pentru determinarea îndesării şi umidităţii pămînturilor. Este de remarcat că lucrările se fac, în mare parte, cu aparatură realizată în ţară.

Volumul apreciabil de prospecţiuni efectuate în ultimii 20 de ani a permis valorificarea sistematică a acestui important fond de date geotehnice. În acest scop se merge pe mai multe căi:

— s-a creat o arhivă a studiilor geotehnice, materialele fiind grupate conform unei împărţiri sistematice a teritoriului ţării;

— se preconizează şi este în curs de cercetare introducerea cartelelor perforate în vederea arhivării şi prelucrării ulterioare a datelor provenite din prospecţiunile geotehnice;

— capătă din ce în ce mai largă răspîndire convingerea că neuniformitatea naturală a pămînturilor nu poate fi ignorată, fiind necesară introducerea metodelor statistice. În acest scop, paralel cu studiul posibilităţilor de utilizare a metodelor respective, se acumulează date faptice pentru stabilirea parametrilor caracteristici;

— s-au realizat pînă în prezent mai multe raionări geotehnice, atît pe teritorii mari (de exemplu, raionarea răspîndirii loessurilor), cît şi pe teritorii limitate (orăşeneşti sau pentru mari combinate industriale).

Problema prognozei tasărilor masivelor de pămînt şi a precizării tasărilor admisibile pentru construcţii, problemă mult dezbătută pe plan mondial, formează o preocupare de continuitate pentru specialiştii din R.S.R. Cercetările se duc pe două direcţii.

O primă direcţie se referă la acumularea de date referitoare la comportarea construcţiilor. În momentul de faţă se fac observaţii sistematice asupra unui număr de peste 150 de construcţii de diverse tipuri, amplasate în diverse condiţii de teren şi date în exploatare în decursul ultimilor zece ani.

A doua direcţie se referă la încercarea de a alege dintre metodele existente de calculul tasărilor, pe acelea care corespund mai bine comportării construcţiilor din ţara noastră. Un exemplu de studiu în acest sens, efectuat asupra unui număr de 29] de silozuri construite pe diverse tipuri de pămînturi, a fost prezentat şi bine apreciat la ultimul congres internaţional de geotehnică şi fundaţii.

Cercetările teoretice şi experimentale asupra capacităţii portante a masivelor de pămînt au dus la întocmirea unei monografii cuprinzînd o sinteză şi o analiză critică a actualelor metode pentru calculul capacităţii portante, care s-a bucurat de o foarte bună apreciere, atît în ţară, cît şi peste hotare.

În acelaşi timp, prin studii teoretice şi experimentale de laborator s-au atacat aspectele neclarificate referitoare la specificul problemelor de capacitate portantă în cazul încărcărilor înclinate şi excentrice, obţinîndu-se o serie de rezultate demne de menţionat.

Ruperea are loc la atingerea unei deformaţii critice, care depinde de dimensiunile modelului, de modul de încărcare şi caracteristicile elastice şi de compoziţie granulometrică ale pămîntului de fundaţie. Pentru cazul încărcării verticale centrice s-au obţinut relaţii experimentale între valorile menţionate. Pe baza acestora s-a considerat posibil faptul că, la anumite tipuri de pămînt, fundaţiile din natură, caracterizate prin valori mari ale raportului B/d_{50} să se situeze într-un domeniu de automodelare în care tasarea critică s_v reprezintă aproximativ 5% din lăţimea B a fundaţiei.

Deplasările critice verticale şi orizontale ale modelelor încărcate oblic sînt proporţionale cu componentele corespunzătoare ale sarcinii. În faza de rupere, direcţia deplasării modelului formează cu orizontala un unghi care variază sensibil liniar cu înclinarea sarcinii exterioare.

Încercările pe modele încărcate excentric au confirmat aplicabilitatea în practică a metodei lăţimii reduse a fundaţiei (Ghersevanov, Meyerhof), precum şi posibilitatea de a extinde această metodă şi pentru sarcini excentrice înclinate, însă numai cu excentricitatea în sensul de acţiune al componentei orizontale a sarcinii (excentricitate aval sau pozitivă). Modelele încărcate cu sarcini înclinate aplicate excentric spre amonte (cu excentricitate negativă) au o capacitate portantă sensibil mai mare decît acelea cu excentricitate pozitivă.

Paralel cu studiile camerale, au căpătat o mare extindere încercările în natură (de exemplu, fundaţii experimentale de 9 m², încărcate pînă la 5 kg/cm², pe şantierul Combinatului siderurgic Galaţi; încercările unor grupuri de piloţi cu diametrul mare, alcătuind o culee destinată opririi fenomenului de lunecare a cheiului unui port la Dunăre etc.).

Ca şi în cazul capacităţii portante, studiile în problema migraţiei apei prin mediile nesaturate au prilejuit şi o analiză critică a stadiului actual, expuse într-o monografie foarte bine primită în ţară şi în străinătate.

Şi în acest caz studiile au fost completate cu lucrări cu caracter original. O parte din ele s-au referit la punerea la punct, în condiţiile din ţara noastră, a metodelor pentru determinarea sucţiunii apei prin corpurile poroase hidrofile (aparate cu placă poroasă, doze de ipsos etc.), precum şi la studierea proprietăţilor hidrice (inclusiv capacitatea de drenare) şi a influenţei fracţiunii fine asupra capacităţii de drenare a unor tipuri specifice de pămînturi din ţară.

O altă parte a lucrării s-a referit la aspecte noi sau nerezolvate ale aplicării sucțiunii, în special în probleme specifice geotehnicii. S-a pus în evidență eficacitatea interpretării energetice a proceselor de drenare-umezire, compresiune-umflare și tăiere în vederea aplicării în mecanica pămînturilor a legii conservării masei și energiei.

În problemele de filtrații au căpătat o mare dezvoltare metodele de calcul analitic și analogic.

Pentru modelarea analogică s-au construit mai multe tipuri de aparate reoelectrice. A intrat în uzul curent modelarea proceselor permanente și nepermanente cu ajutorul analogiei Darcy-Poiseuille, folosind calculatoarele electronice.

Folosindu-se această bază variată de calcul s-a putut elabora un volum de instrucțiuni metodice pentru calculul infiltrațiilor prin baraje de pămînt și pe sub construcțiile hidrotehnice. S-au rezolvat numeroase probleme complexe puse de construcțiile hidrotehnice din țara noastră, printre care cităm studiul subpresiunilor la barajul Porțile de Fier sau studiul efectuat cu ajutorul unui model plan-orizontal, pentru zona de captare destinată alimentării cu apă a unui oraș (captare cu un șir de puțuri amplasate în zona de confluență a două rîuri).

A fost dezvoltată o metodă de calculul stabilității digurilor la infiltrații în cazul foarte răspîndit în care terenul de fundație cuprinde o formațiune cu permeabilitate redusă la suprafață (prafuri, argile), așezată pe o formațiune cu permeabilitate mai ridicată. Schematizarea adoptată a permis efectuarea calculelor pentru diverse cazuri posibile (prezența unor gropi de împrumut în zona dig-mal, colmatarea albiei, prezența unor lucrări de protecție la piciorul interior al digului). Cu ajutorul acestei scheme s-a verificat stabilitatea hidrodinamică a mai multor incinte îndiguite existente în lungul Dunării, precum și a digurilor proiectate în zona de influență a barajului de la Porțile de Fier.

Una din problemele deosebit de grele care trebuie rezolvată în țara noastră o constituie fundarea construcțiilor pe terenuri loessoide. Loessurile, sensibile la umezire, ocupă suprafețe importante pe teritoriul țării. Sub efectul umezirii, straturile de mică adîncime, aflate în zona de influență a fundațiilor de suprafață, dau tasări suplimentare de ordinul a 5—10%, la încărcări de 2—3 kg/cm^2. În unele regiuni, grosimea și sensibilitatea mare a loessurilor fac posibile tasări de 1—2 m exclusiv sub acțiunea sarcinii geologice, în cazul unei inundări abundente a terenului. Există destul de multe cazuri de construcții care au avut de suferit din cauza tasării loessului prin umezire. Și mai important din punct de vedere tehnic și economic este însă faptul că măsurile de protecție destinate evitării degradării construcțiilor din cauza sensibilității la umezire a terenului de fundație și care se aplică în proporție de masă sînt dificile și costisitoare.

Considerentele expuse mai sus au determinat efectuarea unui volum apreciabil de studii și cercetări asupra comportării în construcții a loessurilor din R. S. România. În mod deosebit sînt de reținut încercările la scară naturală efectuate pentru construcții hidroameliorative, civile și industriale.

Pentru stabilirea comportării canalelor de irigații pe loessuri s-a realizat un sistem experimental de irigații pe 3 000 ha, precum și mai multe bazine experimentale.

Studiile efectuate au scos în evidență influența dimensiunilor suprafeței de inundare asupra tasării terenului sensibil la umezire : în egale condiții de teren, tasările pot fi nule, pot să se dezvolte astfel încît să determine fisuri longitudinale ale canalelor sau să determine focare de tasare înconjurate de contururi eliptice de fisuri, tinzînd, o dată cu creșterea lățimii suprafeței inundate, spre contururi circulare (corespunzătoare perimetrului minim pentru o suprafață dată). Grosimea stratului de suprafață care nu se tasează sub sarcina geologică este de ordinul a 6—8 m. Panta laterală a zonei umezite este 1/2—1/3. Neuniformitatea naturală a loessurilor determină neregularități apreciabile ale zonelor de deformații și răspîndire a umidităților mărite. Atît extinderea zonei de umezire, cît și tasările se stabilizează în decursul a 1—2 ani de exploatare a sistemului. Între principalele recomandări în privința soluțiilor constructive este de menționat recomandarea cu privire la considerarea primilor doi ani de exploatare a sistemelor drept perioadă de adaptare a construcției la teren, în care timp să nu se facă acoperirea canalelor cu îmbrăcăminți definitive și, în măsura posibilului, nici construcții aferente definitive și să se prevadă cote de 5—10% din costul canalelor pentru lucrări de refacere.

Pentru caracterizarea comparativă a comportării loessurilor din diverse regiuni ale țării, în special pentru construcțiile civile și industriale, sînt în curs experimentări, după o metodică unică, incluzînd : inundarea unui bazin cu latura de 20×20 m (în vederea determinării tasărilor sub sarcini relativ reduse, pe suprafețe mari) ; fundații de 1,50 × 1,50 m încărcate pînă la 3 kg/cm^2 ; fundații pe terenul tratat în prealabil cu diferite sisteme ; diverse tipuri de piloți.

Încercări la scară foarte mare pentru tasarea sub sarcină geologică, fundații directe, fundații pe perne de loess sau pe teren compactat în adîncime cu piloți de pămînt, precum și pentru fundații pe piloți de beton armat s-au făcut în legătură cu Combinatul siderurgic Galați, amplasat într-o zonă de loessuri cu grosime de 15—20 m, cu tasări posibile la umezire sub sarcina geologică depășind 1 m.

În ceea ce privește metodele de fundare pe loessuri sensibile la umezire, curent aplicate actualmente în practică, în funcție de tipul și importanța construcțiilor, se recurge la :

— fundarea pe loessul natural, cu presiuni limitate la 1—1,5 kg/cm^2;

— fundarea pe perne de loess compactat pînă la valori medii de 1,6—1,65 t/m^3 (pentru greutate volumetrică în stare uscată, cu grosimi de 0,5—3,0 m) executate cu placa grea sau prin compactare cu mijloace rutiere;

— îndesarea în adîncime a terenului (pînă la grosimi de 10—16 m) prin piloți de pămînt executați cu foreze percutante după o metodologie pusă la punct la noi în țară. Îndesarea obținută este de ordinul tot a 1,6—1,65 t/m^3 (greutate volumetrică în stare uscată);

— traversarea stratului sensibil la umezire, în special cu puțuri sau piloți de beton armat (uneori bătuți la distanțe suficient de mici unul de altul, încît să realizeze și o compactare în adîncime a stratului de loess în vederea conlucrării masivului de loess cu grupul de piloți).

Sînt de menționat, de asemenea, metodele de consolidare a terenului și de redresare care au trebuit folosite în cazul construcțiilor afectate de deformare prin umezirea loessului.

O largă aplicare o are consolidarea prin silicatizarea și electrosilicatizarea loessului. De exemplu, la unul dintre marile combinate chimice, aceste metode au fost aplicate la consolidarea pămîntului sub fundațiile a peste zece clădiri, volumul de lucrări executat pînă în prezent, în timp de trei ani, depășind 15 000 m injecții, cantitatea de silicat de sodiu injectată fiind de aproape 3 000 t.

De menționat că electrosilicatizarea se aplică conform tehnologiei puse la punct de cercetătorii din țara noastră.

Metodele de redresare au mers pe două căi: umezirea terenului de fundație sau excavarea pămîntului sub fundație.

Ambele operații se fac în direcția opusă celei în care s-a înclinat construcția și se combină eventual cu lestarea ei.

Un exemplu de aplicare a redresării construcției și consolidării terenului de fundație prin electrosilicatizare îl constituie cazul unui castel de apă avînd înălțimea de 24 m și capacitatea rezervorului de 100 m^3. Castelul s-a înclinat cu 65 cm față de verticală, ca urmare a umezirii inegale a terenului loessoid de sub fundație. El a fost redresat prin subsăpare, apoi terenul a fost consolidat prin electrosilicatizare. Deși au trecut peste cinci ani de la aceste operații, construcția nu a mai suferit nici o deplasare.

O altă categorie deosebită de pămînturi care dă dificultăți în realizarea și, mai ales, exploatarea construcțiilor o constituie argilele puternic contractile. Datorită conținutului ridicat de montmorilonit, aceste argile dau variații de volum, prin contracții sau umflare, ca urmare a variațiilor de umiditate, de ordinul zecilor de procente, provocînd degradarea construcțiilor fundate pe ele la mică adîncime și cu presiuni de teren relativ mici sau a canalelor care străbat astfel de pămînturi.

Deoarece variațiile sezoniere de umiditate se resimt pînă la adîncimi de 1,5—2,0 m au de suferit numai construcțiile fundate la adîncimi mai mici. Degradările care pot, însă, apărea în acest din urmă caz sînt apreciabile. Pentru evitarea lor, studiile întreprinse au recomandat combaterea variațiilor de umiditate ale terenului în zona acoperită de construcții prin executarea de îmbrăcăminți pe 1—1,5 m lățime în jurul construcției, precum și separarea cu un șliț umplut cu material puțin sensibil la variații de umiditate a volumului de pămînt de sub construcție. De menționat că un material stabil ca volum la variațiile de umiditate se poate obține prin amestecarea argilei contractile cu 30—40% nisip (în greutate).

Chișaiurile se întîlnesc frecvent la lucrările din luncile rîurilor și, în special, în lunca Dunării, unde situația geotehnică are cîteva trăsături caracteristice: prezența la suprafață a unui complex extrem de neuniform, cuprinzînd pe 2—10 m o succesiune neregulată de materiale, de la nisipuri mărunte pînă la argile mîloase; urmează straturi de nisipuri și pietrișuri care favorizează formarea unui aflux subteran din Dunăre, dirijat predominant pe orizontală și punerea sub presiune a complexului mai puțin permeabil de deasupra, cu concentrări de gradienți care depășesc curent pe cei critici. Din experiența dobîndită din studierea numeroaselor lucrări executate în această zonă sînt de remarcat cîteva elemente: dificultățile de stăpînire a mișcărilor chesoanelor deschise și de punere a lor în uscat după ajungerea la cotă au făcut necesară, de multe ori, transformarea sau înlocuirea lor cu chesoane cu aer comprimat; cu toată neuniformitatea accentuată a stratificației, filtrele vacuumate s-au dovedit suficient de eficiente în numeroase cazuri, obținîndu-se cu ajutorul lor denivelări de ordinul 4—5 m față de nivelul din Dunăre și de 1,5—3,5 m față de cel din imediata apropiere a excavațiilor; o soluție în curs de aplicare experimentală o constituie puțurile autodescărcătoare.

Problema fundării construcțiilor pe pămînturi puternic compresibile s-a întîlnit frecvent în lunca și în delta Dunării, precum și în luncile unor rîuri interioare, datorită prezenței straturilor de mîluri saturate și neconsolidate; cazuri izolate de pămînturi compresibile (loessuri remaniate și cu umiditate ridicată, depozite de umplutură etc.) se întîlnesc și pe alte amplasamente.

Soluțiile adoptate sînt cele cunoscute din practica mondială.

Din experiența acumulată în acest domeniu sînt de menționat două aspecte:

— asigurarea, cu ajutorul centurilor de rigidizare, a unei foarte bune capacități de adaptare a construcțiilor la tasările mari, atît ca valoare medie, cît și ca neuniformitate, ale terenului de fundație. Un exemplu concludent îl constituie blocurile de locuințe executate în delta Dunării, care au rezistat foarte bine la tasări medii de 25—30 cm și neuniformități de 10—15 cm;

— faptul că măsurile de reducere a ritmului dezvoltării deformațiilor pămînturilor puternic compresibile pot salva construcțiile, chiar dacă intervin după ce s-au produs deformații apreciabile și periculoase.

Un exemplu îl constituie un siloz cu o capacitate de 6 000 t care, la prima încărcare parțială, a prezentat tasări cuprinse între minimum 42 cm și maximum 67 cm. Silozul a fost descărcat și încărcat ulterior în diverse etape la sarcini mai mici decît cea nominală. În cele din urmă s-a ajuns pînă la încărcarea maximă, tasările ajungînd la 60 cm, respectiv 110 cm, fără să fie împiedicată exploatarea normală.

Prin tradiție, în categoria pămînturilor compresibile se încadrează depunerile neconsolidate și saturate cu apă, precum și straturile de umpluturi în stare afînată, la care se ajunge frecvent la tasări mari și adeseori neuniforme. Astfel de tasări se întîlnesc însă și la alte categorii de terenuri (exceptînd poate ritmul de dezvoltare a deformațiilor). Într-un paragraf precedent au fost amintite construcțiile pe loessuri. Se pot da însă și alte exemple. Dacă extindem sfera pămînturilor puternic compresibile la totalitatea amplasamentelor apte să dea tasări mari și neuniforme pentru construcții cu presiuni pe teren suficient de reduse ca să nu depășească capacitatea portantă a terenului după terminarea procesului de consolidare, merită a fi relevată încă o concluzie importantă dedusă din practica construcțiilor din ultimii ani:

— sistemele actuale de construcție permit preluarea unor deformații apreciabil mai mari decît se considera posibil cu 10—20 de ani în urmă. Deformațiile admisibile introduse în normele noastre de fundații, după exemplul normelor sovietice, se dovedesc, nu numai acceptabile, dar apte de a fi încă extinse în sensul unor valori și mai mari. Această concluzie a permis adoptarea unor soluții mai economice de fundare, în multe cazuri.

Un număr foarte mare de lunecări, extrem de variate ca extindere, tip de pămînturi, condiții de dezvoltare, este răspîndit practic pe întreg teritoriul țării. Modul de studiu și tratare a acestor lunecări este de asemenea extrem de variat. Pentru exemplificare vor fi prezentate mai jos cîteva soluții de consolidare, mult diferite între ele, aplicate la cîteva zone instabile de pe litoralul românesc al Mării Negre.

Situația geologică este similară în toate cazurile respective: stratul de loess de suprafață (de 8—10 m grosime) este urmat de o succesiune de luturi loessoide așezate pe roci de vîrstă mai veche (argile puternic structurate, cu oglinzi de fricțiune, calcare fisurate). Apa subterană circulă la baza loessului și în straturile inferioare, provocînd prăbușiri ale masivului de loess urmate de lunecări de adîncime.

Sînt de remarcat la aceste soluții următoarele aspecte:

— folosirea unor elemente de rezistență încastrate în adîncime, în zona neafectată de lunecare; ziduri de sprijin din chesoane la distanță mică între ele sau chesoane la distanță mai mare cu bolți pe piloți secanți executați cu noroi bentonitic între ele;

— folosirea unor tranșee transversale de profunzime și care au avut mai multe scopuri: evidențierea zonei de lunecare, asigurarea unui drenaj de adîncime, secționarea transversală a masivului lunecat;

— obținerea unui efect combinat, prin acțiunea lucrărilor de profunzime amintite mai sus, cu lucrări relativ ușoare constînd din: amenajarea suprafeței masivului lunecat, drenuri de mică adîncime, elemente de sprijin de mică adîncime, atît sub formă de zid de sprijin la baza masivului lunecat, cît și din arcade de piatră pe suprafața masivului între chesoane.

În tehnica fundațiilor de adîncime sînt utilizate diferite tipuri de piloți, prefabricați sau confecționați pe loc prin diferite sisteme cunoscute. În ultimul timp își găsesc utilizare din ce în ce mai mare piloții de mare capacitate portantă de tipul Benoto și Franki. Este de semnalat folosirea pentru prima dată, pentru fundațiile podului rutier peste Dunăre, a unei mașini speciale Benoto pentru piloți de 2 m diametru. De asemenea, se introduce în practică folosirea coloanelor de beton armat de diametru mare introduse în teren prin vibrare.

Marea varietate a condițiilor de teren ce se întîlnește în România face necesară o muncă de cercetare continuă în domeniul geotehnicii și al fundațiilor pentru recunoașterea cît mai profundă a proprietăților pămîntului și găsirea celor mai indicate soluții, volumul mare de lucrări impunînd și rezolvarea cît mai economică a fundațiilor. Prin rețelele de cercetare și execuție existente, în continuă perfecționare, încadrate cu personal calificat și a cărui eficiență se îmbogățește continuu pe măsura realizării numeroaselor construcții, rezultatele obținute sînt din ce în ce mai satisfăcătoare.

Prin schimb internațional, experiența acumulată la noi în țară își aduce de asemenea contribuția și la dezvoltarea pe plan mondial a acestui domeniu de activitate inginerească.

Bibliografie

[1] Botea E.: *Studiu asupra cauzelor tasărilor silozului Medgidia.* Analele Ministerului Comunicațiilor și Lucrărilor Publice, seria III, vol. IV, 1945.

[2] Stănculescu I.: *Tasarea neuniformă și redresarea unei construcții fundate pe loess.* Academia R.P.R. Buletin științific, secțiunea științe tehnice și chimice, tom. IV, nr. 3—4, 1952.

[3] Profiri N., Stănculescu I., Antonescu I.: *Măsuri constructive pentru prevenirea degradărilor construcțiilor fundate pe pămînturi argiloase cu contracții mari.* București, Ed. Academiei R.P.R., 1954.

[4] Beleș A., Stănculescu I.: *Consolidarea sanatoriului Ocna-Sibiu.* Bul. Inst. politehnic Buc., vol. 19, nr. 1—2, 1957.

[5] Bally R. J.: *Metode electrice de îmbunătățire a pămînturilor în lucrările de construcții.* București, Ed. Academiei R.P.R., 1957.

[6] Beleș A. A., Stănculescu I.: *Thermal treatment as means for improving stability of earth masses.* Geotechnique, vol 8, nr. 4, 1958.

[7] Lehr H.: *Exemple de calcul pentru proiectarea fundațiilor.* (*Exemples de calcul pour les projets des fondations*). București, Ed. tehnică, Paris, Ed. Eyrolles, 1960.

[8] Zaharescu E.: *Contribuții la studiul capacității portante a fundațiilor.* București, Ed. Acad. R.P.R., 1961.

[9] Lehr H. ş.a. : *Metode noi în proiectarea şi executarea fundaţiilor.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1963.
[10] Stănculescu I. : *Sicherung der Geländerutschung in Stadtgebieton Konstanza (Rumänische Volksrepublik).* Wiss. Ztsch. der Techn. Univ. Dresden, caiet 2, 1963.
[11] Păunescu M. : *Folosirea vibraţiilor la executarea unor lucrări de fundaţii.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1966.
[12] Andrei S. : *Apa în pămînturile nesaturate*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1967.
[13] Stănescu E., Munteanu A., Scibulescu C. : *Construcţia barajelor de pămînt şi anrocamente.* Bucureşti, Ed. tehnică, 1969.
[14] Botea E., Stănculescu I., Baily R. J., Antonescu I. : *Loessial collopsible soils as foundation base.* Comisia de geotehnică şi fundaţii CNIT, 1969.
[15] * * * Congresele internaţionale de geotehnică şi fundaţii. Londra 1957, Paris, 1961, Montreal 1965. Comunicările specialiştilor din R.S.R.
[16] * * * Conferinţele regionale organizate de Asociaţia Internaţională de Geotehnică şi Fundaţii. A 5-a conferinţă pentru Australia şi Noua Zeelandă (Aukland, 1966); A 3-a conferinţă pentru Asia (Haifa, 1967). Comunicările specialiştilor din R.S.R.
[17] * * * *Studii de geotehnică, fundaţii şi construcţii hidrotehnice*, vol. X–XIII. ISCH, Bucureşti, 1960–1968.
[18] ISCH : *10 ani de activitate, 1957–1967.* Bucureşti, 1967.
[19] * * * *Analele ICIFP*, seria Hidrotehnica, vol. I–III, Bucureşti, 1968–1969.
[20] INCERC : *Studii şi cercetări*, vol. I. Bucureşti.
[21] * * * Standarde de stat ale R.S.R. grupa „Terenul de fundare".
[22] CSCAS : Colecţii de normative privind terasamente, sprijiniri, epuismente, fundaţii.
[23] INCERC : Simpozionul „Urmărirea tasării construcţiilor", Bucureşti, iunie 1964.
[24] IPROMET : *Realizări şi perspective în proiectarea uzinelor siderurgice.* Secţia construcţii, Bucureşti, iunie 1963.
[25] Colecţia revistelor : „Hidrotehnica", „Hidrotehnica, gospodărirea apelor meteorologia", „Revista transporturilor", „Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii".
[26] * * * Comunicări în domeniul geotehnică şi fundaţii la sesiunile ştiinţifice ale Inst. de Construcţii Bucureşti (1955–1958); Inst. Politehnic Timişoara (1964–1968); Institutul Politehnic Iaşi.
[27] ISPIF : Sesiuni tehnico-ştiinţifice, 1963–1968, Bucureşti.

Sisteme cutate precomprimate alcătuite din plăci plane utilizate la structura de rezistenţă a sălii de sport din Piatra Neamţ

Conf. ing. **A. Mihul**, ing. **S. Rotman**
Inst. politehnic – Iaşi **D.S.A.P.C. – Bacău**

I. CONSIDERAŢII GENERALE

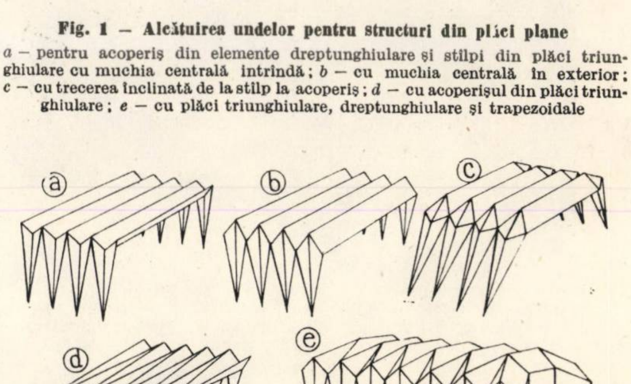
Avantajele obţinute prin utilizarea structurilor spaţiale în rezolvarea diverselor soluţii constructive ale clădirilor cu deschideri relativ mari sînt cunoscute. Structurile spaţiale din plăci plane sînt cel mai uşor de realizat, mai cu seamă atunci cînd sînt executate din beton monolit. Pentru obţinerea unor astfel de sisteme, plăcile plane se combină în diverse moduri, obţinîndu-se astfel sisteme cutate cu secţiunea continuă sau variabilă, ori sisteme poliedrice. Plăcile din care sînt alcătuite undele cutate sînt de obicei de formă dreptunghiulară, trapezoidală sau triunghiulară. Formele cutate astfel realizate (fig. 1) permit utilizarea avantajoasă a materialului prin îndepărtarea convenabilă a lui faţă de axa piesei şi realizarea unor aspecte arhitectonice plăcute, iar forma simplă a cofrajului asigură condiţii favorabile pentru realizarea betoanelor aparente.

Plecînd de la aceste consideraţii, pentru sala de sport din Piatra Neamţ s-a ales, în urma analizei posibilităţilor de execuţie ale întreprinderii executante T. C. Bacău, soluţia din beton armat precomprimat, monolit, după schema dată în figura 1 *b*. Proiectul a fost elaborat de D.S.A.P.C.-Bacău, o dată cu elaborarea proiectului pentru sala de sport din oraşul Gheorghe Gheorghiu-Dej, la care s-a păstrat, în principiu, soluţia dată pentru sala de sport din Piatra Neamţ, cu diferenţa modului de realizare a elementelor structurale, care au fost proiectate prefabricat (corespunzător condiţiilor de montaj de care dispune I.S.C.M. oraş Gh. Gheorghiu-Dej, avînd în vedere şi deschiderea mai mică a sălii). Intreprinderea şantiere construcţii-montaj din oraşul Gh. Gheorghiu-Dej a adus unele modificări la proiectul iniţial elaborat de D.S.A.P.C., realizînd în ansamblu varianta dată în figura 1 *b*.

Executarea a două săli de sport de mărimi apropiate din elemente cutate, alcătuite din plăci plane diferit combinate, a permis realizarea a două variante distincte în ceea ce priveşte poziţia muchiei centrale a stîlpilor (retrasă în interior la sala de sport din oraşul Gh. Gheorghiu-Dej sau evazată în exterior la sala de sport din Piatra Neamţ; fig. 2). Dispunerea diferită a muchiei centrale la stîlpi a făcut ca cele două construcţii realizate pe baza aceluiaşi principiu să difere esenţial ca aspect arhitectonic şi să se preteze la soluţii diferite pentru asigurarea îmbinării între elementele de acoperiş şi stîlpi. Toate acestea oferă proiectanţilor şi, în general, constructorilor şi arhitecţilor două modele executate la mărime

Fig. 1 – Alcătuirea undelor pentru structuri din plăci plane

a – pentru acoperiş din elemente dreptunghiulare şi stilpi din plăci triunghiulare cu muchia centrală intrindă; *b* – cu muchia centrală în exterior; *c* – cu trecerea înclinată de la stilp la acoperiş; *d* – cu acoperişul din plăci triunghiulare; *e* – cu plăci triunghiulare, dreptunghiulare şi trapezoidale



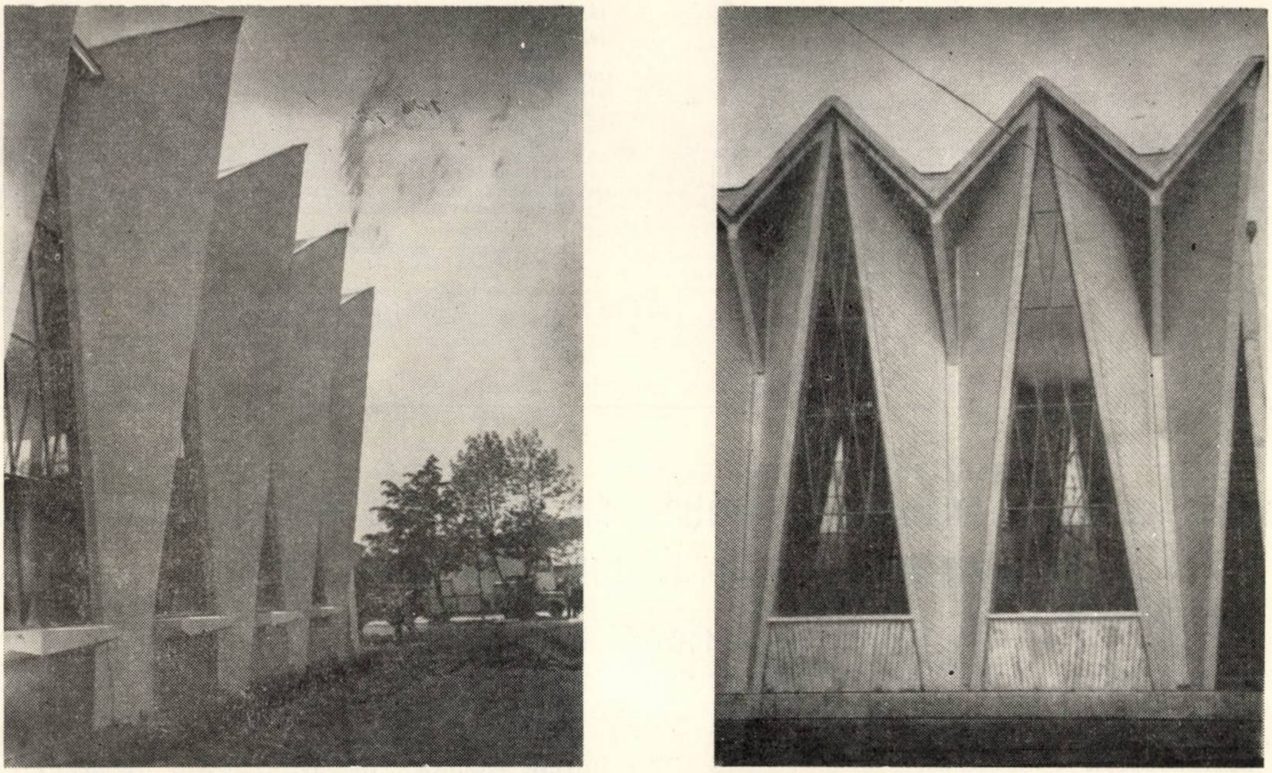


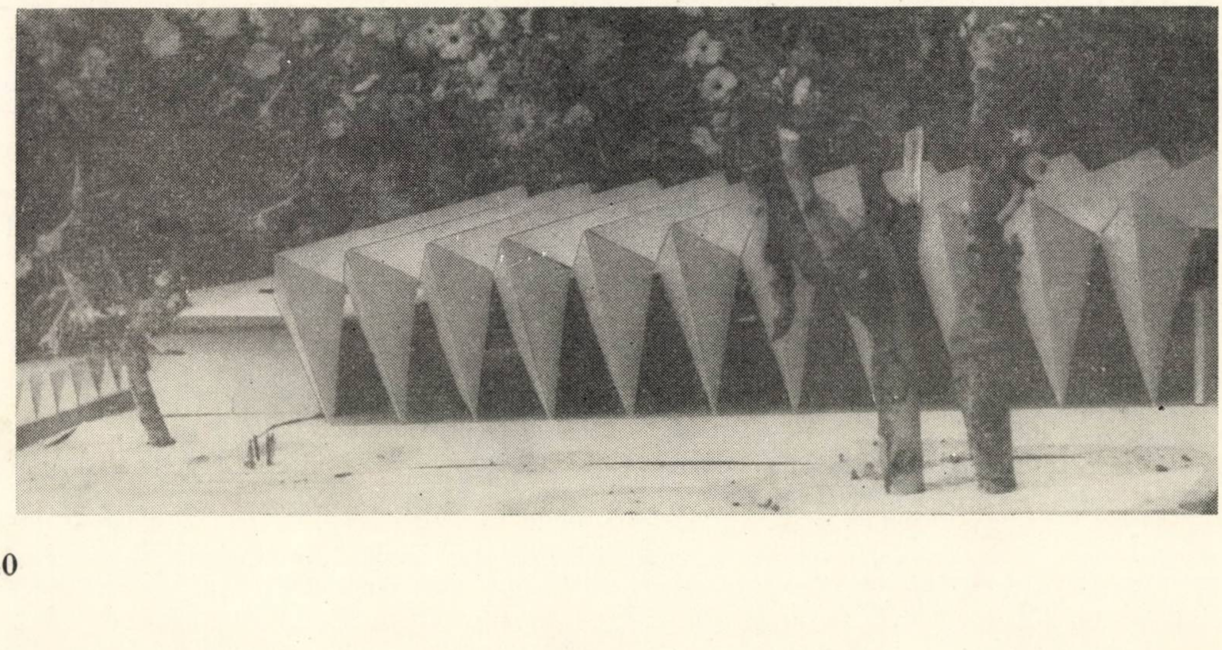
Fig. 2 – Efectul dispunerii muchiei centrale la stîlpi

a – sala de sport din Piatra Neamț ; *b* – sala de sport din orașul Gheorghe Gheorghiu-Dej

naturală, la care pot fi analizate particularitățile arhitecturale funcționale și structurale pe care le prezintă cele două sisteme.

Menționăm că pentru ambele soluții, înainte de a se trece la aprobarea proiectelor, au fost executate machete (fig. 3), cu ajutorul cărora proiectantul și comisiile de avizare au putut să-și facă o părere asupra modului cum se vor prezenta lucrările proiectate după execuție. Comisiile* care au analizat aceste lucrări în fază de proiect și machetă au stabilit că ambele forme prezintă interes, fapt care a determinat realizarea diferențiată a celor două săli de sport. Adoptarea soluției din beton monolit la Piatra Neamț a fost determinată de condițiile de execuție de care dispunea T. C. Bacău, care nu a fost dotat cu utilaje grele ce ar putea fi utilizate la montarea unor elemente prefabricate foarte grele (peste 40 t). Întrucît materialul cu privire la sala de sport din orașul Gh. Gheorghiu-Dej a fost prezentat în nr. 5 din 1968 al Revistei construcțiilor și materialelor de construcții, ne vom referi în cele ce urmează la această soluție numai pentru a face unele comparații legate în special de aspectul arhitectonic interior și exterior obținut în cele două variante.

Fig. 3 – Macheta pentru construcția sălii de sport din Piatra Neamț



---

* Dir. D.S.A.P.C.-Bacău ing. Cichi, dir. teh. ing. V. Stanciu și dir. T. C. ing. Rusei.

II. DESCRIEREA PROIECTULUI SĂLII DE SPORT DE LA PIATRA NEAMȚ *

Elementele componente ale sălii de sport din Piatra Neamț au fost concepute în scopul obținerii unei expresii de plastică modernă, care prin forme triunghiulare cu secțiune constantă și variabilă (pentru stîlpi) se încadrează armonios în peisajul înconjurător de munte, acoperit cu brazi, în mijlocul cărora este amplasată construcția. Dimensiunile în plan ale sălii sînt de 24 m lățime, 18 m lungime și 8,50 m înălțime (fig. 4).

După dimensiuni, sala de sport din Piatra Neamț poate fi calificată ca sală specială de jocuri și antrenamente sportive pentru colective și asociații sportive. Ea a fost amplasată în complexul bazei sportive în formare, la liziera dealului Cozla.

Structura de rezistență este realizată din cadre încastrate în fundații cu deschiderea de 25 m și înălțimea de 8,5 m care alcătuiesc totodată pereții și acoperișul construcției. Fiecare cadru este format din stîlpi cu conturul de formă triunghiulară, cu secțiunea variabilă în unghi în formă de V, cu muchia centrală dispusă înspre exteriorul construcției și dintr-o undă de formă prismatică de 25 m deschidere, cu lățimea de 3,5 m, cu secțiunea constantă în V. La partea superioară, stîlpii se racordează cu rigle de acoperiș în unghi. Legătura între stîlp și rigle se realizează printr-o articulație alcătuită din armături dispuse în cruce, amplasată în rost. Fundațiile sînt izolate.

Deschiderea mare a undelor de acoperiș — de circa 25 m — a impus precomprimarea lor, care s-a făcut cu armătură postîntinsă alcătuită din șapte cabluri a cîte 12 Ø 5 SBP I, dispuse după trasee rectilinii și curbe (fig. 5 și 6).

Grosimea plăcii a fost aleasă de 13 cm, fiind obligată de dimensiunile tecilor, de armătura nepretensionată din plăci și de betonul de acoperire. Betonul folosit a fost de marcă B 400. Forța totală N_0 cu care au fost precomprimate undele centrale a fost de circa 210 t. În timpul precomprimării undelor, deformațiile înregistrate au fost scurtarea grinzilor de 2—3 mm, iar contrasăgeata de 0,9—1,30 mm. Placa de beton armat care alcătuiește stîlpii are grosimea de asemenea de 13 cm, betonul utilizat fiind B 200. În interior, stîlpii sînt căptușiți cu cărămidă termoizolantă.

Pentru calculul static al structurii s-a considerat schema dată în figura 6. În sens transversal, placa a fost calculată ca o fîșie cu lățimea de 1 m, considerată ca sistem armat după o singură direcție, continuă pe mai multe reazeme situate în dreptul muchiilor, fiind încărcată cu sarcină uniform distribuită. Undele au fost calculate ca grinzi obișnuite articulate la cele două capete, avînd secțiunea transversală în V. Dimensionarea secțiunilor transversale în formă de V la acțiunea momentelor încovoietoare s-a făcut corespunzător unei secțiuni echivalente de formă I cu lățimea inimii egală cu b_{echiv}, iar lățimea tălpilor egală cu $b_{p\ echiv}$ și $b'_{p\ echiv}$ stabilite cu relațiile :

$$b_{echiv} = \frac{2\delta}{\sin\alpha}\ b_{p\ echiv} = \frac{2\delta}{\sin\alpha} + \frac{b_{ingr}}{2};$$

$$b'_{p\ echiv} = \frac{2\delta}{\sin\alpha} + \frac{b'_{ingr}}{2}$$

în care :

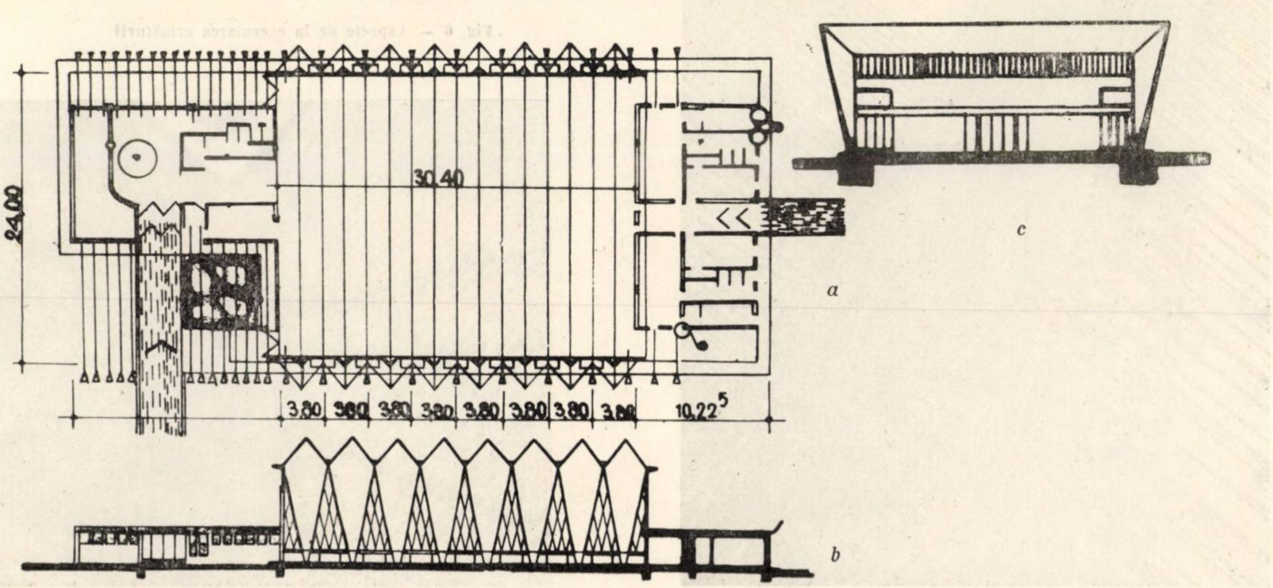
δ este grosimea plăcii ;
α — unghiul de înclinare al plăcii față de orizontală ;
b_{ingr} și b'_{ingr} — lățimile îngroșărilor din muchii la partea superioară și inferioară a undei.

---

* Partea de arhitectură a fost rezolvată de arh. Gh. Chira de la D.S.A.P.C.-Bacău.

Fig. 4 – Schema proiectului sălii de sport din Piatra Neamț

a – în plan ; *b* – secțiune longitudinală ; *c* – secțiune transversală



După turnarea betonului, stîlpii, în exterior, au fost tencuiţi, iar undele, în interior, au fost realizate cu beton aparent. Comparativ, aspectul faţadei longitudinale de la sala din Piatra Neamţ este dat în figura 8.

Executarea betoanelor aparente la realizarea plafonului sălii a eliminat lucrările costisitoare de finisaj care apar la astfel de încăperi. Utilizarea betoanelor aparente asigură totodată reducerea şi simplificarea lucrărilor de reparaţii şi întreţinere. Betonul aparent împreună cu formele cutate ale elementelor componente ale structurii au permis obţinerea unui aspect interior plăcut (fig. 9).

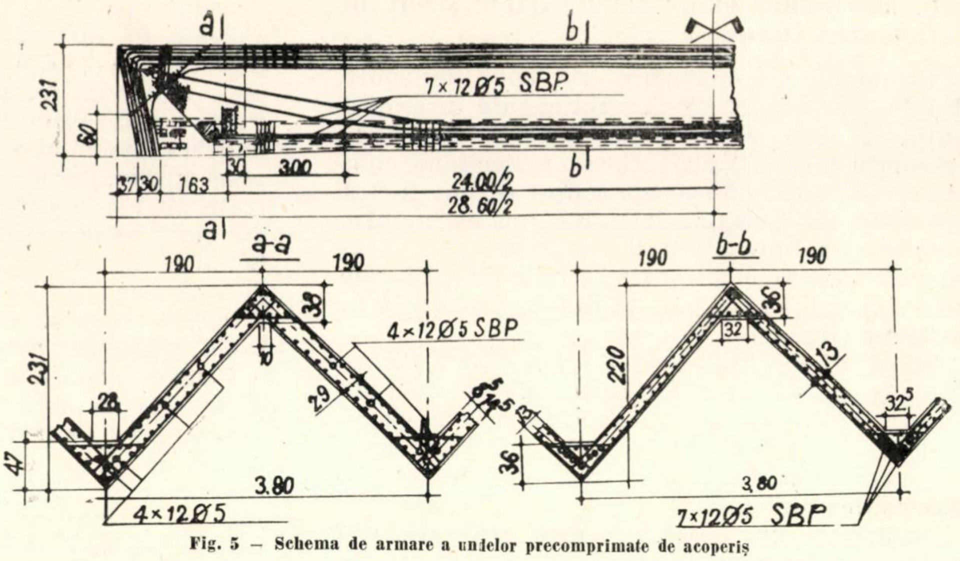


Fig. 5 — Schema de armare a undelor precomprimate de acoperiş

III. TEHNOLOGIA DE EXECUŢIE. REALIZAREA BETONULUI APARENT *

Lipsa experienţei în execuţia betoanelor aparente în ţara noastră, cît şi cerinţele estetice pe care le impune plafonul unei săli de gimnastică ne-au făcut ca, înainte de a trece la realizarea betoanelor aparente la plafonul sălii, să efectuăm o serie de încercări pe un model (fig. 10), care a fost executat cu înclinarea plăcilor la panta prevăzută în proiectul sălii, în vederea analizei tehnologiei de execuţie de turnare a betonului. În cadrul acestor experienţe au fost analizate următoarele probleme :

— în general, turnarea betoanelor aparente pe plan înclinat cu pantă relativ mare ;

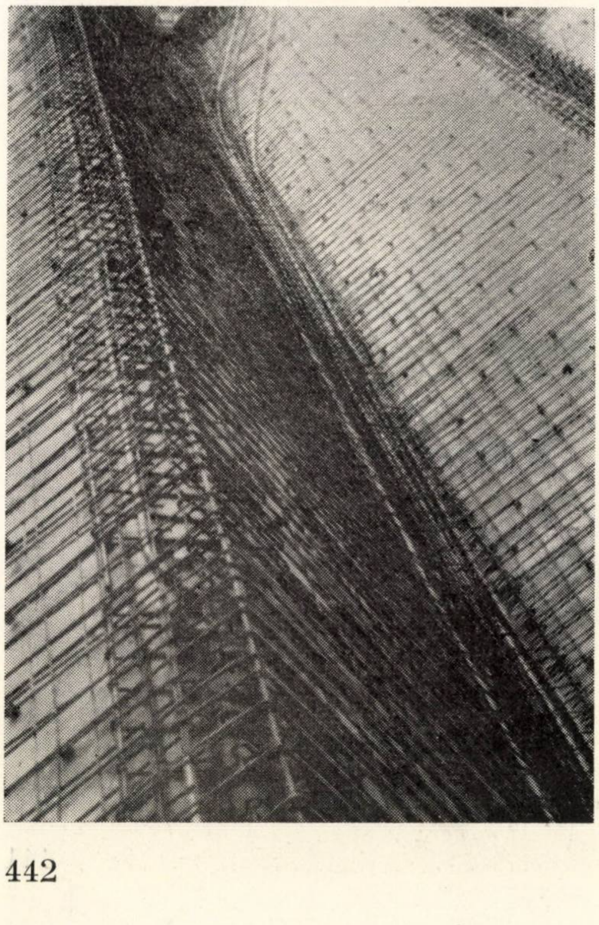
— soluţii diverse pentru eliminarea asperităţilor care apar la beton în dreptul rosturilor de îmbinare ale cofrajului ;

— utilizarea raţională a aspectului natural de distribuţie a nodurilor şi a fibrelor din dulapi ;

— utilizarea profilării suprafeţei printr-un joc de volume dispuse în diverse alternanţe ;

— combinarea diverselor materiale pentru realizarea feţei de beton aparent ;

— analiza compoziţiei betonului ;


a

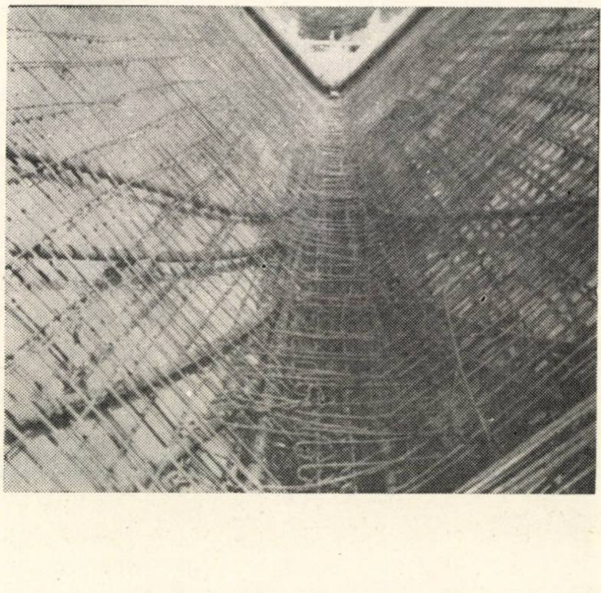

b

Fig. 6 — Aspecte de la executarea armăturii

---

* Executarea s-a efectuat sub conducerea ing. Timoşcov, cu concursul ing. V. Gherman — inginer şef al T. C. Bacău şi ing. G. Grigorian — directorul grupului de şantiere Piatra Neamţ.

— rezolvarea menținerii la distanța necesară a armăturii.

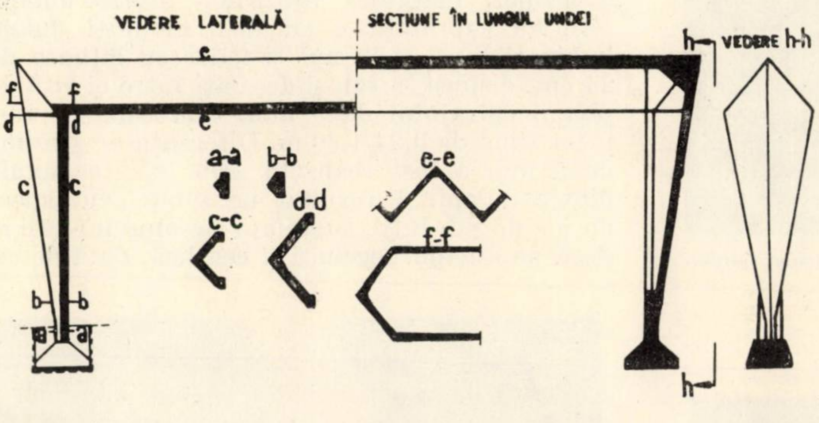
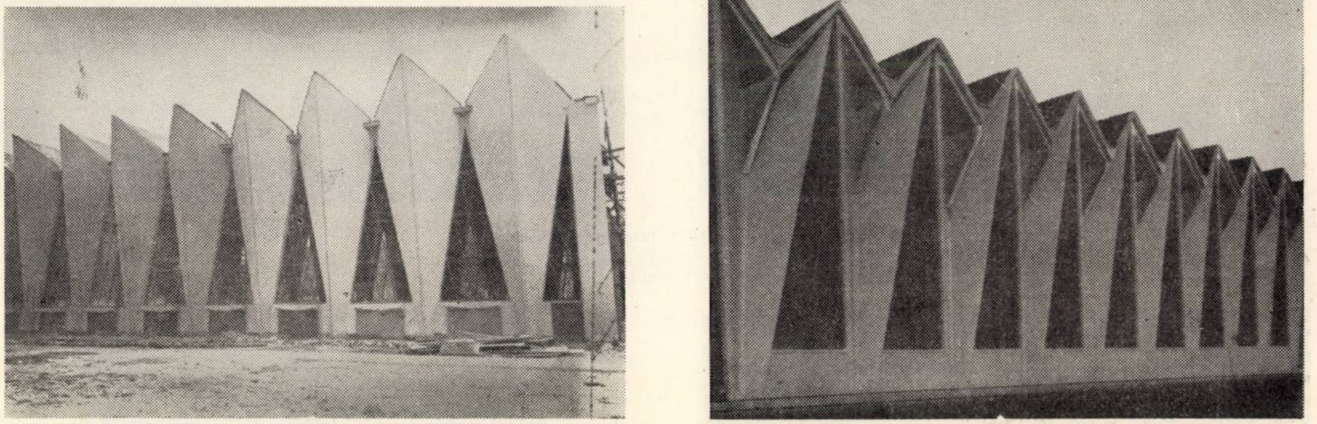


Fig. 7 — Schema de alcătuire a elementelor de rezistență componente ale structurii sălii de sport

Astfel, suprafața machetei a fost împărțită în patru sectoare notate cu *a*, *b*, *c*, *d*. Pe fiecare sector s-a aplicat cîte o soluție, după cum urmează :

1. Suprafața a fost cofrată cu dulapi de 20 cm lățime, geluiți pe lățime, pentru a permite o îmbinare cît mai corectă între ei, fără a se lăsa interspații. Dulapii au fost așezați în același plan și au fost fixați cu cuie după ce au fost mulați unul lîngă altul cu ajutorul unor chingi. În prealabil, dulapii au fost sortați în privința combinării nodurilor și a desenelor fibrelor naturale ale lemnului.

2. Suprafața *b* a fost cofrată cu dulapi dispuși alăturat după sistemul arătat la sistemul *a*. Pe acești dulapi au fost fixate cu prenadez plăci de PFL dur de 5 mm grosime, în șah, cu



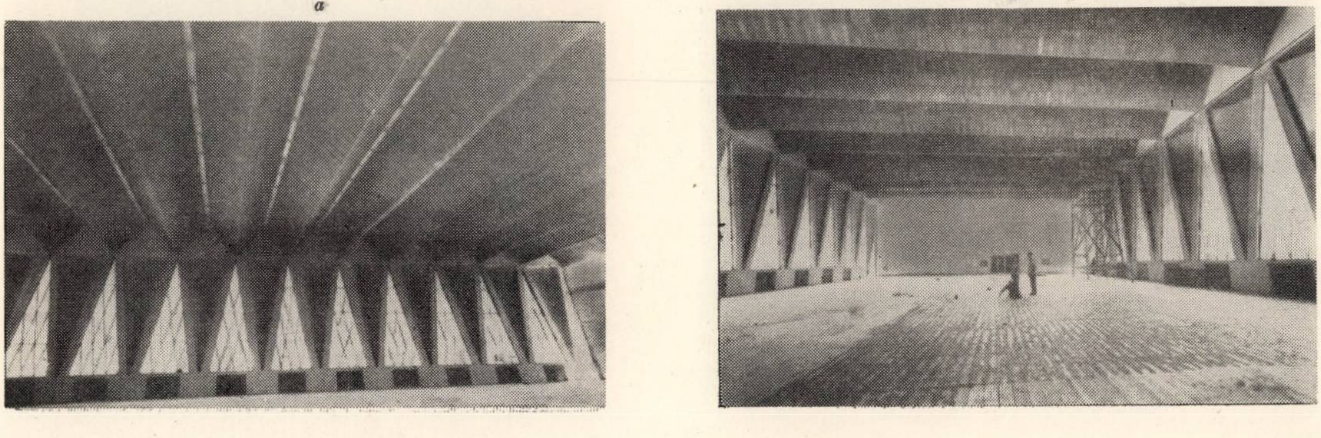
a *b*

Fig. 8 — Aspectul comparativ al fațadelor longitudinale

a — de la sala de sport din iPiatra Neamț, cu muchiile centrale ale stilpilor dispuse în afară ; *b* — de la sala de sport din orașul Gh. Gheorghiu-Dej, cu muchiile centrale ale stilpilor dispuse în interior

Fig. 9 — Aspectul interior al sălii de sport din Piatra Neamț

a *b*



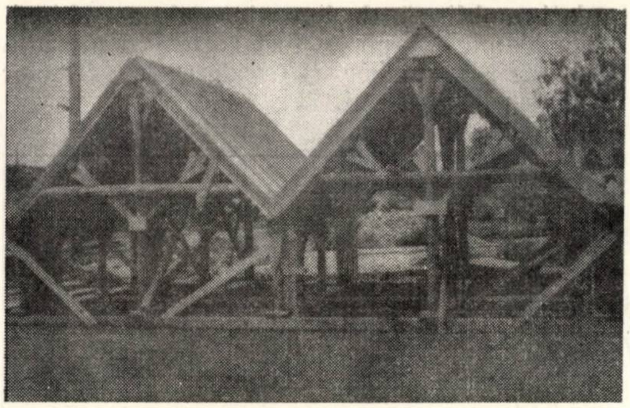


Fig. 10 – Model executat pentru analiza executării betoanelor aparente turnate pe plan inclinat

interspații goale (cu aceleași dimensiuni ca ale plăcilor), după cum rezultă din figura 11 *c*. Dimensiunile plăcilor de PFL au fost de 20/64 cm, determinate de condiția de a se înscrie un număr întreg de plăci pe înălțimea undei și de a acoperi marginea rosturilor dintre dulapi.

3. Pe suprafața *c* au fost montați dulapi îmbinați între ei în nut și feder cu lățimea de 24 cm, dispuși în șah și decalați între ei față de planul cofrajului de 5 mm, dimensiunile unei plăci fiind de 0,24/1,30 m. Diferența de grosime de 5 mm a fost realizată prin geluirea unuia dintre dulapi. A rezultat un model cu aspect de joc de șah între suprafața betonului cu fibre dată de dulapii negeluiți și cea lisă, dată de cei

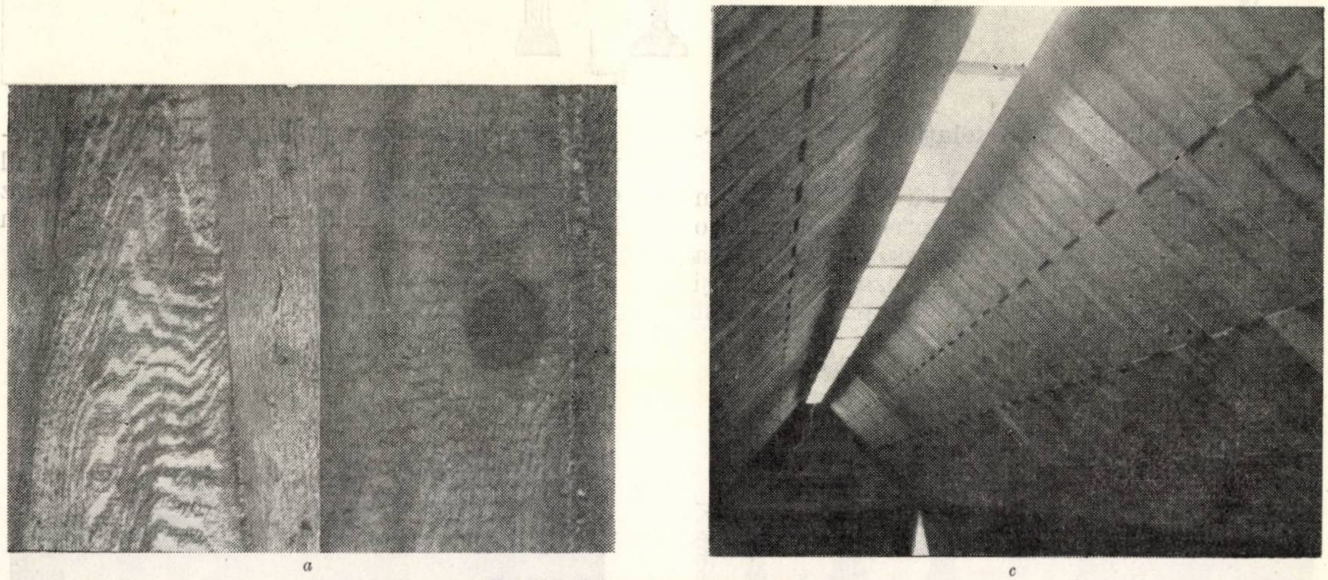
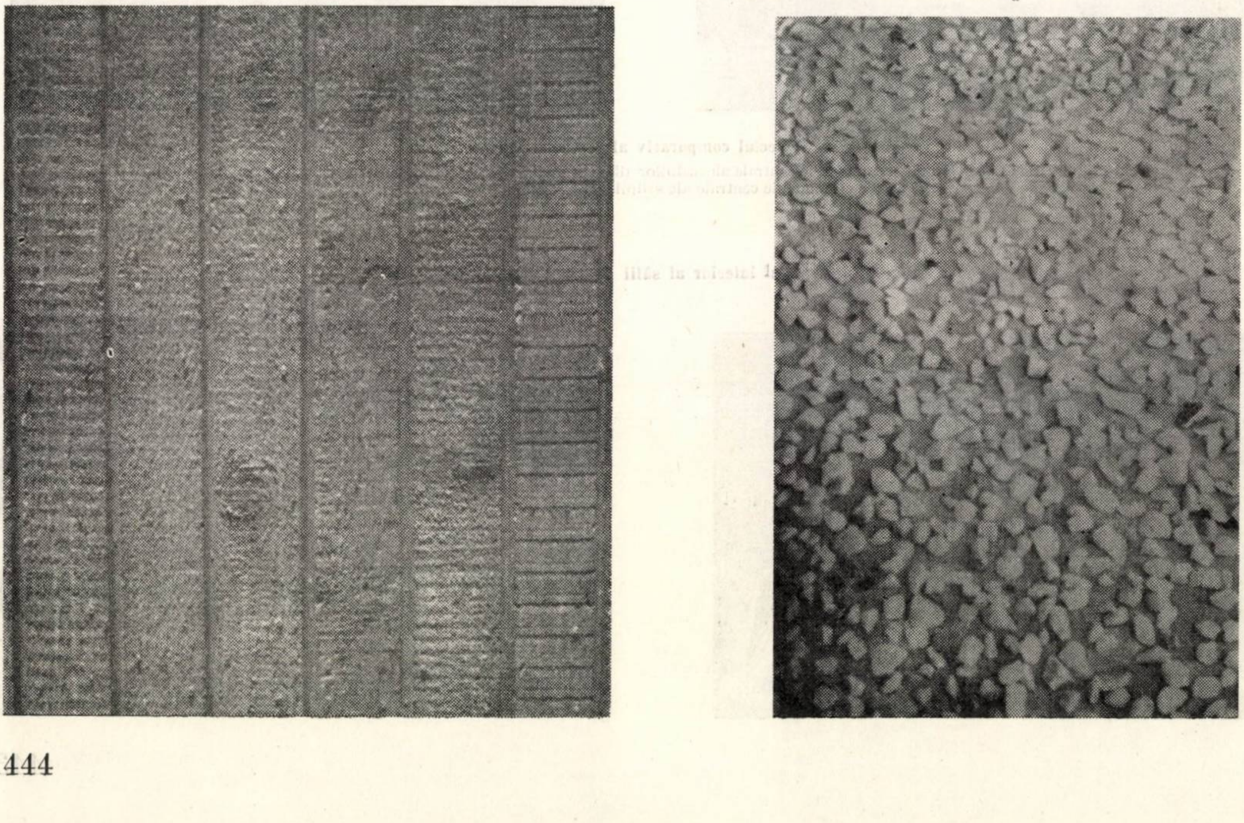


Fig. 11 – Betoane aparente experimentale

a – cimp continuu; *b* – cimp plan cu rosturile intre dulapi adincite (experimentat in orașul Gh. Gheorghiu-Dej); *c* – joc de volume obținut cu plăci de PFL dur; *d* – cu agregate grosiere prinse in paramentul de beton



geluiți, cît și din diferența de plane realizată la montare.

4. Suprafața *d* a fost realizată din dulapi îmbinați prin nut și feder pe toată înălțimea undei, fără denivelări, sub formă de cîmp continuu. S-a dat o deosebită atenție alegerii scîndurilor pentru îmbinarea armonioasă a jocului de fibre cu cel al distribuției nodurilor (fig. 11 *a*). Dulapii au fost montați strîns unul față de altul.

5. În afara modelului pe care s-au făcut experiențele asupra betoanelor aparente la grupul de șantiere Piatra Neamț, la executarea construcției sălii de sport din orașul Gheorghe Gheorghiu-Dej s-a experimentat în același timp realizarea unor adîncituri în beton în dreptul îmbinărilor între dulapi, obținute cu ajutorul unor șipci geluite profilate (fig. 11 *b*).

6. În același timp, la T. C. Bacău s-a experimentat o serie de betoane aparente la care, în paramentul văzut, au fost înglobate parțial, prin diverse mijloace, agregate sub formă de bucăți de marmură, piatră spartă, calcare dure, agregate de rîu alese etc. (fig. 11 *d*)

În urma analizei rezultatelor obținute s-au făcut următoarele constatări :

— La betoanele executate după prima soluție, cu toată grija avută la păsuirea dulapilor și prelucrarea fețelor, au rezultat, în dreptul rosturilor dintre dulapi, baghete de beton cu secțiune variabilă, cu aspect neplăcut.

— Pentru betoanele executate după soluția a doua, avînd plăcuțele de PFL montate chiar pe linia de îmbinare a dulapilor, aceste baghete au dispărut în totalitate, iar efectul obținut din jocul de volume, cît și din modul diferit de imprimare a pieselor în beton a rezultat deosebit de plăcut.

— La betoanele executate după soluția a treia au apărut defecte similare cu cele descrise la prima soluție.

— La betoanele executate după soluția a patra, defectele au fost eliminate aproape în totalitate, obținîndu-se și un cîmp cu desene deosebit de frumoase în zonele în care dulapii au fost combinați fericit, pentru a scoate în evidență aspectul lemnului în secțiune.

— La betoanele executate după cea de a cincea soluție s-au obținut rezultate foarte bune, în sensul că profilarea realizată în paramentul de beton, datorită prezenței șipcilor, a completat desenul obținut cu ajutorul nodurilor și fibrelor din dulapi, realizîndu-se forme deosebit de armonioase. Ele au fost aplicate cu rezultate foarte bune la execuția sălii de sport din orașul Gheorghe Gheorghiu-Dej, fiind utilizate atît pentru grinzi, cît și pentru stîlpi, în interior și exterior.

— La betoanele executate după soluția a șasea au rezultat unele dificultăți la turnarea lor în cofraje înclinate, datorită instabilității granulelor de agregat poziționate după o anumită distribuție, chiar atunci cînd pentru fixare a fost folosită melasă.

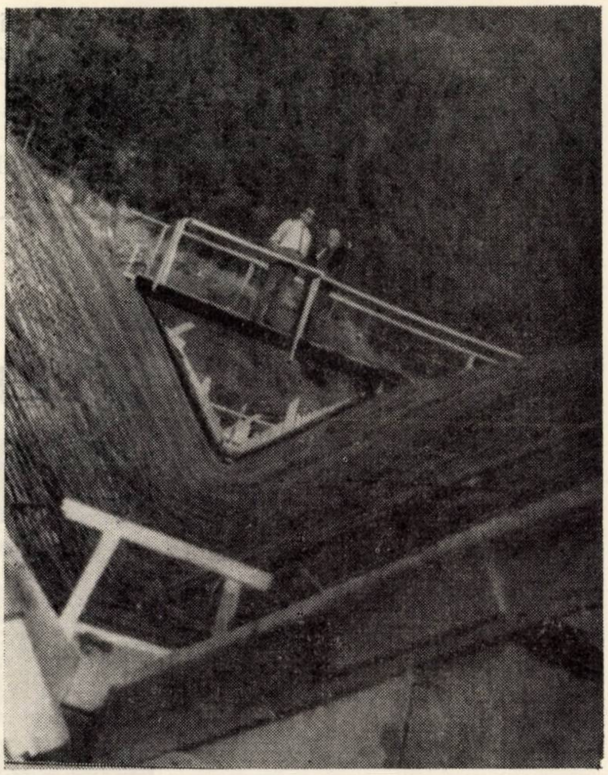


Fig. 12 — Betonarea undelor

Față de rezultatele obținute, după cum reiese din figura 9, la execuția sălii de sport din Piatra Neamț au fost folosite soluția descrisă la punctul 2, care a fost aplicată la toate undele centrale, și soluția descrisă la punctul 4, care a fost aplicată pentru undele marginale (cîte două de fiecare parte).

În vederea realizării unor betoane aparente de bună calitate a fost adoptată, în urma unei analize prealabile, următoarea compoziție :

— ciment P 500	460 kg/m³,
— agregate de Bistrița spălate	
— nisip 0—3 mm	35%
— sort 3—7 mm	9%
— sort 7—15 mm	56%

raportul a/c fiind de 0,49.

Curba granulometrică este următoarea :

Nr. ciurului (mm)	0,2	1	3	7	15
Trece la (%)	5,3	22	35	44	100

La stabilirea curbei granulometrice s-a ținut seamă și de natura agregatului de Bistrița, spre a se obține compoziții raționale.

Menținerea armăturilor la o distanță de mărime anumită față de cofraj s-a obținut prin folosirea unor purici de beton de formă cilindrică, cu secțiunea transversală de dimensiunea nodurilor. În acest mod, prezența acestor purici pe suprafețe de beton aparent completează aspectul realizat din jocul nodurilor.

Executarea betonării pe plane înclinate s-a făcut cu ajutorul unui glisor (fig. 12), care a fost deplasat în lungul undei, cu mijloace rudimentare, pe măsura betonării undelor. Caracteristic acestui sistem este faptul că dulapii care alcătuiau cofrajul glisorului erau montați de jos în sus, pe măsura turnării betonului. Compactarea betonului a fost realizată cu pervibratoare și vibratoare de placă.

RECENZII

CALCULUL PLĂCILOR CURBE SUBȚIRI

Acad. prof. ing. A. A. Beleș, dr. ing. M. Soare

București, Editura tehnică, 1969

,,Calculul plăcilor curbe subțiri'' este cea mai recentă publicație a Editurii tehnice într-un domeniu al științei inginerești în care, în ultimul deceniu, acad. prof. ing. A. A. Beleș și dr. ing. M. Soare s-au remarcat deosebit pe plan mondial. Autori a numeroase lucrări și publicații științifice care le-au adus consacrarea internațională, acad. prof. ing. A. A. Beleș și dr. ing. M. Soare aduc prin această recentă publicație o nouă contribuție la dezvoltarea științei inginerești în domeniul aplicației practice.

Plăcile curbe subțiri, constituind o adevărată știință în sine, au stimulat un mare număr de publicații în toate țările, dar aproape toate s-au rezumat la aspectele lor pur teoretice, rareori ajungînd pînă la aplicații practice.

Plecînd de la această constatare, autorii și-au propus, și au realizat prin publicația recentă, să pună la îndemîna inginerului proiectant o sinteză a cunoștințelor actuale care să poată fi utilizată direct în munca sa.

Materialul a fost în consecință organizat sub forma de tabele, formule, diagrame și exemple de calcul, ușor de urmărit și de aplicat în practica proiectării.

În lucrare nu s-au făcut dezvoltările teoretice care au dus la stabilirea formulelor, tabelelor etc., însă au fost menționate ipotezele de calcul, limitele de aplicabilitate și, natural, izvoarele.

Lucrarea este editată în condiții tehnice reușite (fac excepție figurile de la tabelul 2.2 — pag. 40—49, care au fost reduse excesiv) și cuprinde 604 pagini, 224 figuri, 169 tabele și o bibliografie selectivă cu 162 de titluri.

Primul din cele șase capitole ale lucrării reprezintă o succintă prezentare a principiilor de calcul și a problemelor din teoria plăcilor curbe subțiri : ecuațiile generale de echilibru și de deformații, metodele generale de rezolvare a sistemelor de ecuații, ipotezele simplificatoare, stabilitatea elastică, lucrul ca structuri spațiale al plăcilor curbe subțiri.

AUREL A. BELEȘ · MIRCEA V. SOARE
CALCULUL PLĂCILOR CURBE SUBȚIRI
EDITURA TEHNICĂ

Capitolul al doilea tratează problema stării de eforturi în ipoteza de membrană pentru plăcile curbe subțiri de rotație, încărcate simetric și nesimetric, plăci curbe pe contur dreptunghiular, triunghiular, rombic și eliptic, plăci curbe subțiri intersectate, turnuri în formă de hiperboloizi de rotație și suprafețe cu două directoare și plan director.

În capitolul al treilea se expune, tot în teoria de membrană, starea de deformații a plăcilor curbe subțiri cu diferite forme, condiții și moduri de rezemare și scheme de încărcare, tratate și în capitolul II.

Capitolul al patrulea cuprinde teoria încovoierii la plăci subțiri cilindrice circulare complete, plăci conice complete, plăci sferice, paraboloizi de rotație și cupole sferice pleoștite pe contur parțial, efectul de contur simplu, paraboloizi rectilinii și paraboloizi hiperbolici în șa, plăci subțiri cilindrice și prismatice pentru acoperișuri.

Capitolul al cincilea tratează conlucrarea plăcilor curbe subțiri alcătuind structuri mai complexe, rezervoare cilindrice umplute parțial cu lichid, conducte cu inele de rigidizare, fund de rezervoare, plăci subțiri tronconice pentru fundații de construcții înalte, cilindri pe stîlpi izolați cu inel de rigidizare, chesoane din placă subțire cu nervuri pe contur.

În sfîrșit, în ultimul capitol se analizează problemele speciale în legătură cu contracția și curgerea lentă, influența variațiilor de temperatură, precomprimarea plăcilor curbe subțiri, cupole reticulate, deformațiile mari și stabilitatea elastică.

Acolo unde problemele nu au putut fi expuse integral într-o formă simplă, au fost date numai formulele și diagramele corespunzătoare unor cazuri particulare, în scopul lămuririi fenomenului și dării unor indicații asupra ordinului de mărime al eforturilor.

Numeroase tabele, diagrame și exemple de calcul fac posibilă trecerea directă la aplicații pe cazuri concrete, ceea ce face ca lucrarea să fie prima de acest gen care abordează întregul domeniu al plăcilor curbe subțiri în toată vastitatea sa.

Lucrarea reprezintă o prelucrare critică, unitară și selectivă a publicațiilor existente și în bună măsură, rezultatul cercetărilor personale, care întregește în mod unitar două lucrări precedente ale autorilor : ,,Aplicarea ecuațiilor cu diferențe la calculul plăcilor curbe subțiri'' și ,,Paraboloidul eliptic și hiperbolic în construcții'' apărute sub îngrijirea Editurii Academiei R.S.R. în 1968, respectiv 1964.

Datorită faptului că teoria plăcilor curbe subțiri reprezintă unul dintre capitolele mai complexe ale mecanicii construcțiilor, cartea se adresează celor care posedă unele cunoștințe în acest domeniu, astfel încît să poată aprecia critic datele mecanice pe care le iau din carte și soluția constructivă care rezultă pe baza aplicării acestor date.

Lucrarea se adresează, în consecință, inginerilor din cercetare, proiectare și execuție, studenților din ultimii ani ai facultăților de construcții, precum și celor care se ocupă cu problemele plăcilor curbe subțiri.

Ing. V. Gioncu

DOCUMENTARE

CASTEL DE APĂ — TRIBUNĂ

În capitala departamentului Calvados (Franța) se înalță un castel de apă care, privit de la distanță, evocă trei grenade cu mîner fixate în pămînt. Castelul este alcătuit din trei rezervoare alăturate, dar independente, dintre care cel mai înalt are 52 m. Ele sînt destinate a alimenta cu apă pe cei 35 000 de locuitori ai orașului.

Fiecare din cele trei rezervoare are un diametru de 6,5 m și o înălțime de 21 m; ele sînt construite din tablă de oțel, au o capacitate de 500 m^3 și sînt decalate în înălțime cu 2 m. Trei stîlpi tubulari, tot din tablă de oțel, cu un diametru de 2,30 m, formează suportul rezervoarelor. Unul nu are decît rolul de susținere, altul permite trecerea elementelor de canalizare, iar al treilea cuprinde scara de acces la camera de vane și la cele două balcoane circulare care, situate la două niveluri diferite, domină împrejurimile. Ele sînt destinate să primească spectatori și operatori de televiziune.

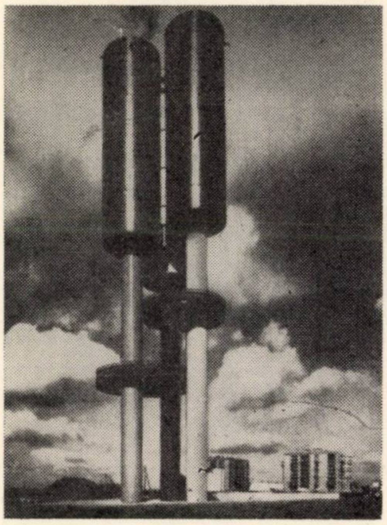


Fig. 1

Alcătuirea din trei rezervoare prezintă avantajul de a permite izolarea unuia — la alegere — și de a asigura astfel, pentru alimentarea orașului, două treimi din capacitatea totală în timpul lucrărilor periodice de întreținere.

În fine, o policromie efectivă își face aici apariția și în domeniul castelelor de apă, iar culorile — albastru, roșu, negru și gri — dau acestei construcții un aspect excepțional.

Din *Batir*, nr. 172, 1969

UN CASTEL DE APĂ DIN BETON

În Anglia a fost construit un castel de apă din beton, cu o capacitate de 1 135 m^3, avînd un diametru de 18 m și o înălțime de 24 m.

Originalitatea construcției rezidă în însăși concepția ei. Rezervorul este suportat de o coloană centrală cu un diametru de 2,70 m și de o rețea hiperbolică din grinzișoare rectilinii cu secțiune pătrată. Aceste elemente cu latura de 30 cm sînt prefabricate la lungimea de 8,50 m și asamblate în momentul montării. Această soluție generatoare de proporții armonioase dă ansamblului un aspect de robustețe, creînd în același timp o transparență care ușurează construcția.

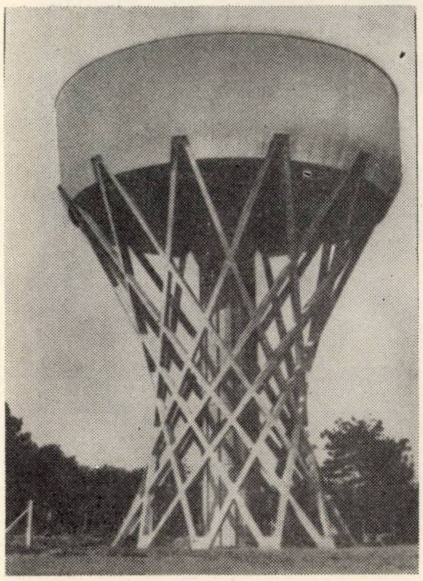


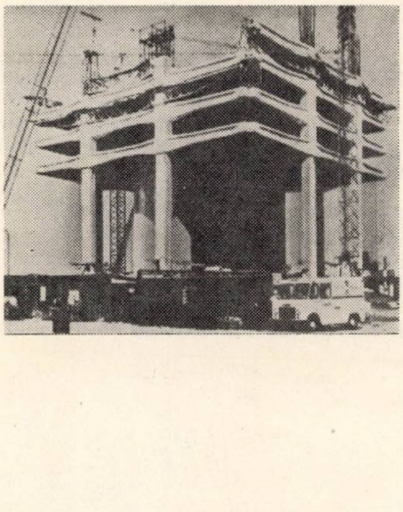
Fig. 1

Din *Batir*, nr. 172, 1969

O CONSTRUCȚIE RECORD DE BETON PRECOMPRIMAT

La Jacksonville, în Florida, a fost construită de curînd o clădire a unei companii de asigurări, considerată ca un record al Americii în categoria construcțiilor de beton precomprimat. Construcția este un turn înalt de 131 m, cu o suprafață totală a planșeelor de 50 000 m^2, care se ridică deasupra unui podiu rectangular în plan cu o suprafață de 122 × 28 m, unde se află magazine și o cafenea cu capacitatea de 600 de persoane (fig. 1).

Fig. 1



Clădirea este construită în jurul unui corp central pătrat, cu latura de 15,90 m, care servește de suport planșeelor și de spațiu pentru toate circulațiile pe verticală, cum și instalațiilor sanitare. Acest corp central este calculat pentru asigurarea stabilității la vînt a întregii construcții.

Fiecare dintre cele patru fațade ale turnului este compusă din doi stîlpi turnați pe loc, placați cu panouri prefabricate de beton alb, și din 25 de grinzi. Acestea sînt formate din elemente prefabricate de beton ușor alb, asamblate pe loc pe un eșafodaj tubular și solidarizate prin precomprimare (fig. 2). Grinzile, a căror înălțime variază între 2,05 și 1,20 m, au deschiderea de 12,16 m.

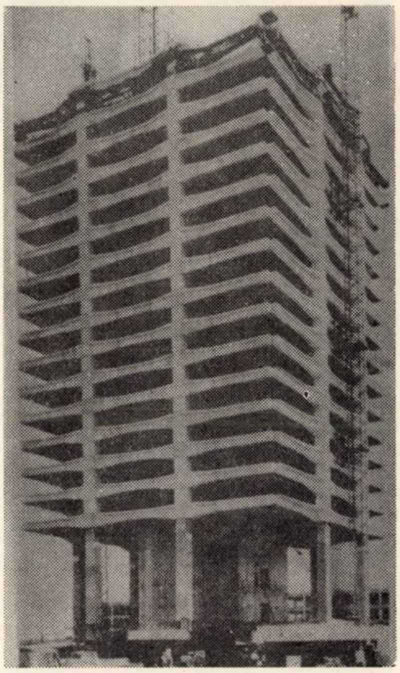


Fig. 2

Planșeul, între corpul central și grinzile de fațadă, este format din elemente prefabricate în formă de dublu T, înalte de 0,45 m și lungi de 12,30 m.

Tîmplăria este aplicată pe fața interioară a grinzilor și stîlpilor pentru a pune mai mult în valoare aspectul acestei remarcabile structuri.

Din *Batir*, nr. 172, 1969

PROCEDEU ORIGINAL DE MODERNIZARE A UNUI CĂMIN DE STUDENȚI LA LONDRA

În cartierul Paddington din Londra a fost amenajat un cămin pentru 175 de studenți, într-un grup de șase case vechi așezate una lîngă alta, în linie.

Casele vechi erau lipsite de instalațiile sanitare moderne (băi, spălătorii etc.). Amenajarea acestora prin procedee clasice ar fi necesitat un timp îndelungat și costuri ridicate.

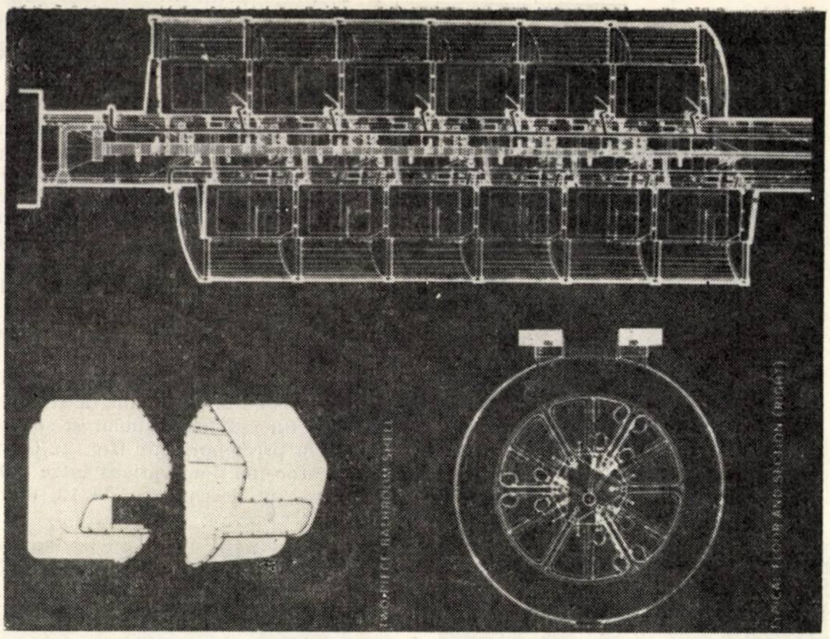


Fig. 1 – Secţiune transversală

Soluţia utilizată în S.U.A. de a introduce prin acoperiş şi prin găuri tăiate în planşee, elemente prefabricate spaţiale cuprinzînd instalaţiile sanitare, era de asemenea dificilă, deoarece etajele aveau înălţimi inegale, iar lucrările necesare ar fi dus la mutarea locatarilor un timp relativ îndelungat.

Arhitecţii Farrell şi Grimshaw au preconizat o nouă soluţie, prin care grupurile saniitare sînt amenajate introclădire specială anexă, construită în imediata opropiere şi cu acces direct din construcţiile existentn Clădirea anexă constă dintr-o spirală de oţel în al cărei miez se găsesc concentrate toate ţevile şi conductorii electrici ai grupului sanitar.

Pe spirala metalică au fost fixate 42 de elemente prefabricate spaţiale de material plastic armat cu fibre de sticlă, conţinînd fiecare băi. chiuvete şi alte obiecte sanitare.

La fiecare nivel a fost prevăzută şi cîte o cameră de serviciu cu spălător şi maşină de spălat rufe.

Rampele de acces în spirală sînt închise la exterior cu pereţi de sticlă.

Prin realizarea instalaţiilor sanitare în afara clădirii s-a reuşit să nu se întrerupă activitatea normală în clădirile existente, iar forma de spirală a rampelor a permis să se realizeze o legătură comodă, neafectată de înălţimile variabile ale planşeelor.

Din *The Architectural forum*, septembrie 1968

COMPORTAREA CIMENTULUI FLUIDIFICAT

La măcinarea cimentului se utilizează din ce în ce mai multe substanţe care îmbunătăţesc aptitudinea lui la măcinare. În aceste condiţii, capacitatea instalaţiilor de măcinare creşte în mod sensbil. Acţiunea aditivilor la măcinare se bazează în primul rînd pe realizarea unui grad de dispersare mai mare al particulelor fine. Aceasta prezintă unele avantaje, cum ar fi : cimentul se transportă mai uşor, timpul de încărcare a silozurilor se micşorează, descărcarea cisternelor de ciment se face complet, împiedicînd astfel amestecarea diverselor sorturi transportate.

Ca dezavantaj, se menţionează că, o dată cu creşterea capacităţii de fluidificare a cimentului se măreşte şi tendinţa lui de prăfuire. De asemenea, în instalaţiile de însăcuire, aerul introdus în saci o dată cu cimentul nu poate fi evacuat suficient de repede şi de aceea ritmul de însăcuire trebuie redus.

Aceste efecte duc deseori la limitarea aditivilor de măcinare, în detrimentul capacităţii de producţie a instalaţiilor de măcinare.

Pentru a studia comportarea cimenturilor fluidificate măcinate în prezenţa aditivilor de măcinare s-a construit o rigolă pneumatică de 2 m lungime şi 0,2 m lăţime, prevăzută cu un ventilator cu $Q = 1,2$ m^3/min. şi $p = 80$ mm CA. Cantitatea de aer admis în rigolă se reglează cu ajutorul unui ventil.

Panta rigolei este reglabilă între 0 şi 25°. Lungimea jetului de ciment fluidificat, la ieşirea din rigola pneumatică, reprezintă o măsură a fluidităţii lui.

S-a studiat comportarea cimentului în rigolă în funcţie de cantitatea de aer primită pentru o cantitate de alimentare de 2000 g ciment şi o încărcare specifică a rigolei de 0,7–2,0 m^3/min m^2. S-a observat că sub 0,7 m^3/min m^2 cimentul nu mai curge, iar peste 2,0 m^3/min m^2 consumul sporit de aer nu influenţează sensibil jetul de ciment la evacuarea din rigolă.

Pentru a stabili variaţia gradului de fluidificare a cimentului Portland în funcţie de aditivii de măcinare întrebuinţaţi s-au utilizat probe de o fineţe de măcinare de 4 000 cm^2/g după Blaine. Rezultatele obţinute sînt înregistrate în curbele din figura 1, de unde rezultă că fluiditatea este sensibil mărită de aditivi lichizi, în special de glicolpropilenă. Praful de cărbune duce, dimpotrivă, la o fluidificare mai redusă decît a cimentului fără aditivi. De altfel, cărbunele este din ce în ce mai rar utilizat ca aditiv de măcinare.

Pentru a stabili variaţia gradului de fluidificare a cimentului în funcţie de temperatură, s-a utilizat o probă de ciment Portland 475, care a fost măcinată cu 0,07 % propilenglicol pînă la o fineţe de 4 920 cm^2/g după Blaine. Prima curbă s-a trasat pentru o temperatură a materialului de 20°C şi o umiditate de 0,5 % (fig. 2). Încălzirea cimentului la o temperatură de 100°C a atras o modificare redusă a fluidităţii. La 150°C, însă, jetul de ciment la evacuarea din rigolă era cu circa 25 % mai scurt faţă de proba cu ciment la temperatura mediului ambiant.

Din aceasta rezultă că umiditatea favorabilă fluidificării a fost complet eliminată la temperatura de 150°C.

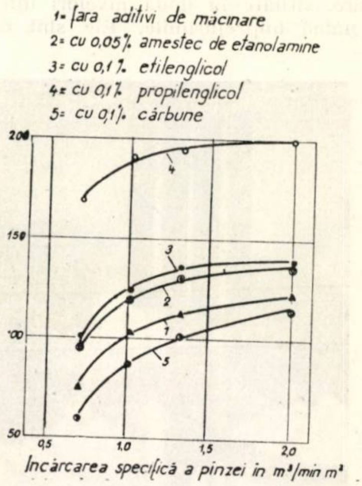


Fig. 1

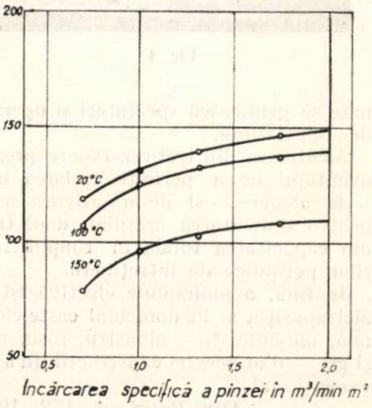
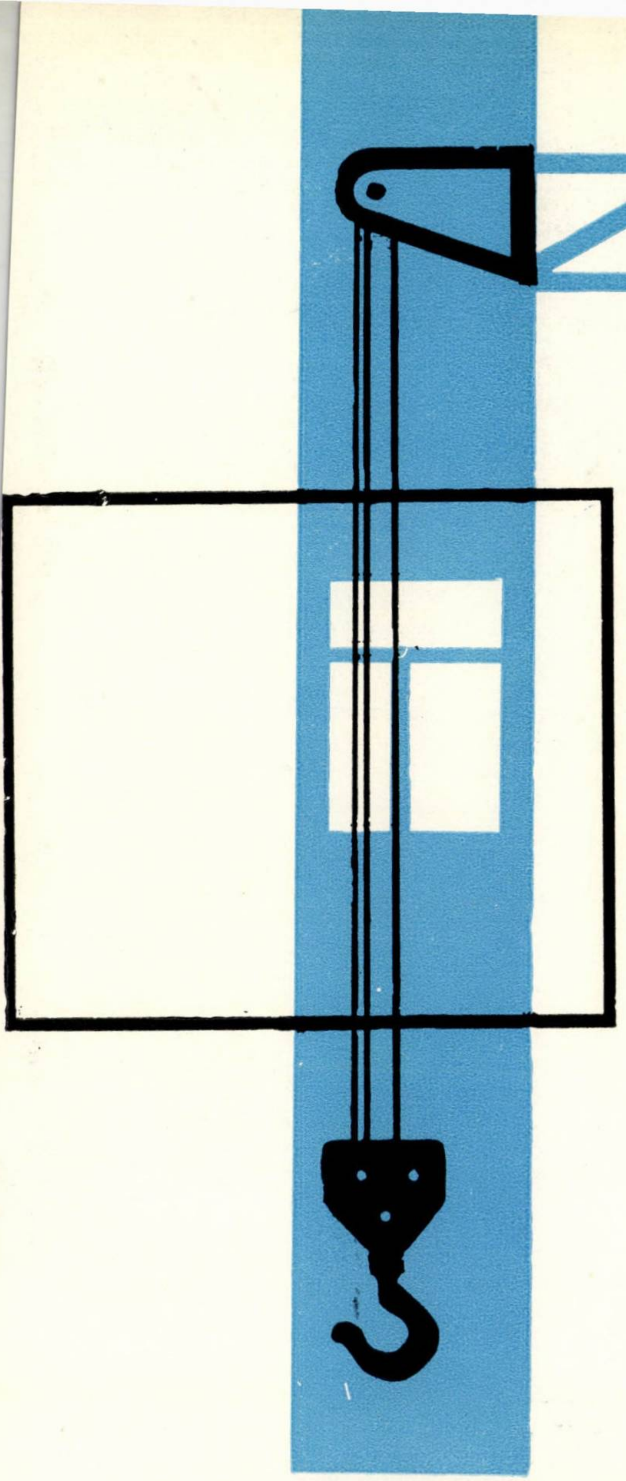


Fig. 2

Rezultatele experimentărilor prezentate mai sus elucidează în mare măsură comportarea cimentului în timpul transportului pneumatic în rigole, la încărcarea şi descărcarea silozurilor şi a cisternelor de transport.

Din *Zement–Kalk–Gips* nr. 5,1967



- Studii de dezvoltarea mecanizării
- Studii tehnico-economice pentru realizarea de noi utilaje şi unelte mecanice
- Determinări de laborator şi încercări în condiţii de exploatare, pe poligon şi pe şantiere, a utilajelor şi uneltelor pneumatice
- Asistenţe tehnice pentru şantiere în vederea introducerii noilor mijloace de mecanizare

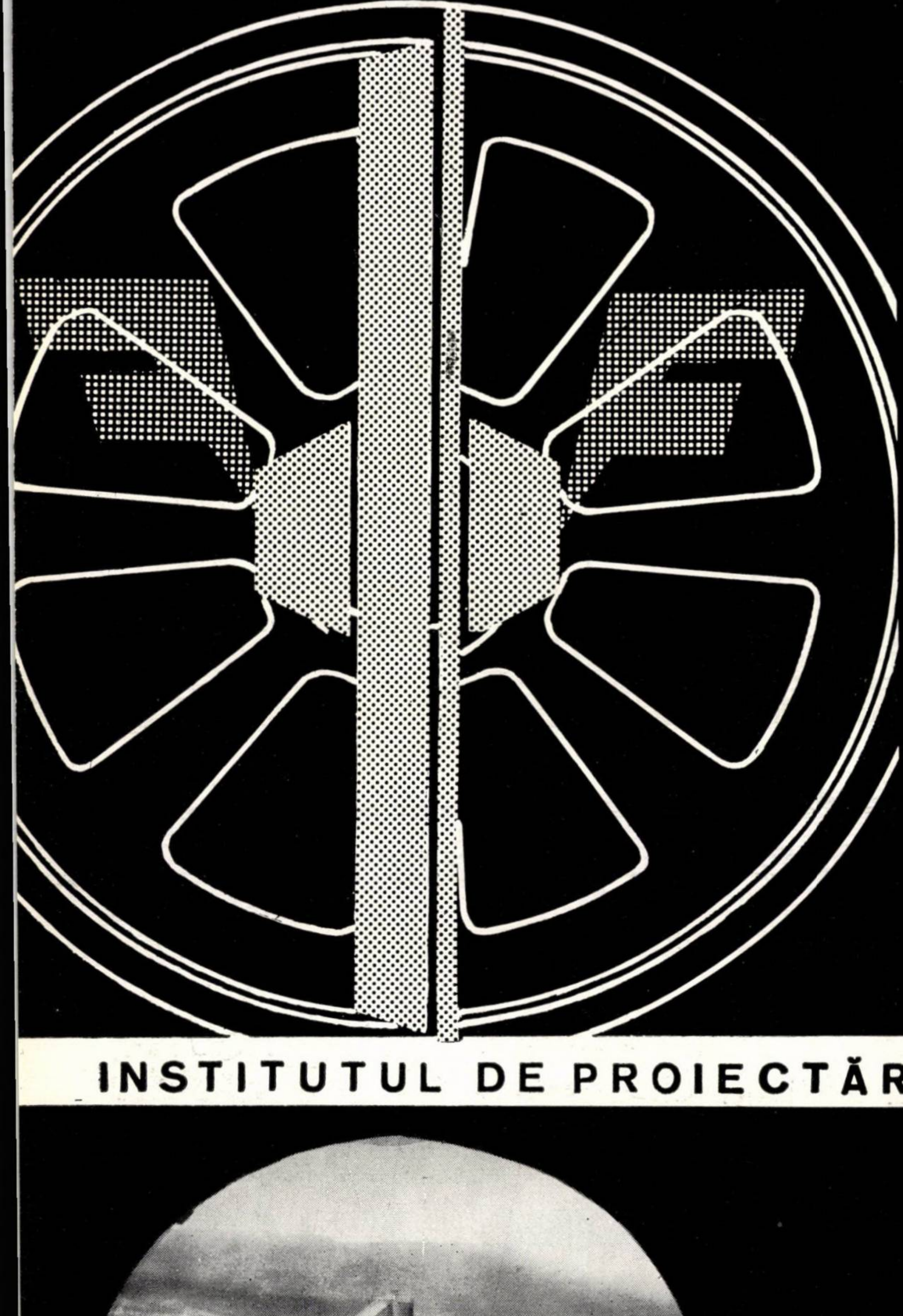
execută pentru sectorul de construcţii

INCERC

SECTOR MECANIZARE

Bucureşti, Şos. Pantelimon nr. 266
Telefon 35.40.44

I P C F



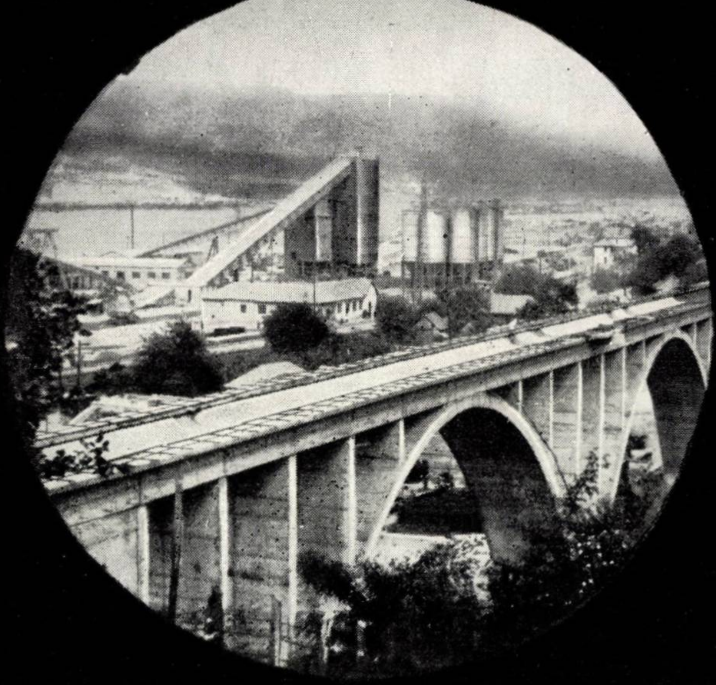
Întocmește proiecte de poduri sau viaducte pentru linii ferate avînd ecartament normal sau îngust, la nivelul tehnicii mondiale, folosind procedee de construcții din cele mai actuale (beton precomprimat, tabliere metalice sudate, îmbinări cu buloane de înaltă rezistență etc.). Institutul are o bogată experiență în proiectarea acestor lucrări, realizările sale cuprinzînd proiecte de poduri și viaducte, atît pe liniile ferate noi, cît și la reconstrucția liniilor ferate existente.

S-au realizat poduri boltite cu deschideri pînă la 100 m, poduri metalice din grinzi cu zăbrele, avînd deschideri pînă la 80 m, poduri metalice din grinzi cu inimă plină, avînd deschideri pînă la 50 m, precum și importante lucrări de consolidări ale podurilor existente prin metode de înaltă tehnicitate.

Documentația tehnică, ce se întocmește pentru executarea unor astfel de lucrări, se bazează pe studii tehnico-economice aprofundate pentru alegerea soluției, precum și pe studii de teren corespunzătoare: geotehnice, hidrologice și topografice.

Proiectele cuprind : infrastructura și suprastructura podului sau viaductului, lucrările de corecții etc.

INSTITUTUL DE PROIECTĂRI CĂI FERATE



BUCUREȘTI

B-dul DINICU GOLESCU 38

(PALATUL C.F.R.)

TEL. 18.48.44 și 18.26.10

ÎNTOCMEŞTE

Scheme
de amenajare complexă
a resurselor de apă

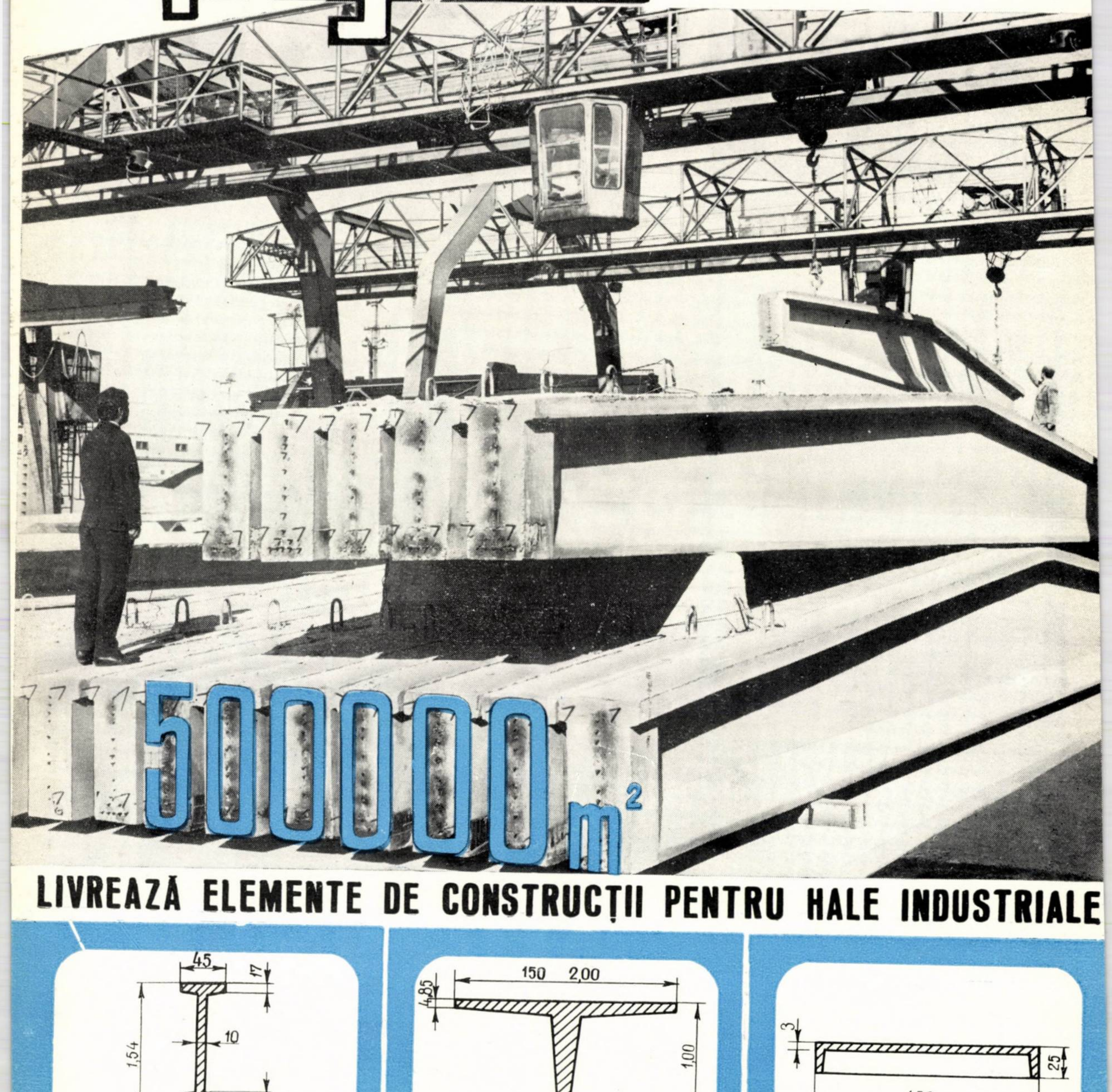
PROIECTEAZĂ

Baraje
Structuri hidrotehnice
Regularizări de rîuri
Alimentări cu apă
Canalizări

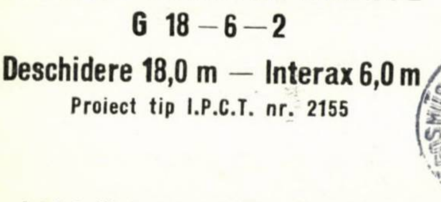
COMITETUL DE STAT AL APELOR
I.P.A.C.H. — Institutul pentru planuri de amenajări
şi construcţii hidrotehnice
Str. Dr. Rîureanu nr. 3 • Telefon 14.36.30 • Bucureşti

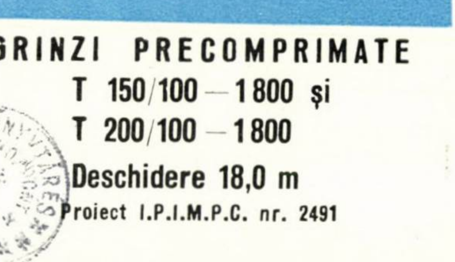
ÎNTREPRINDEREA DE PREFABRICATE

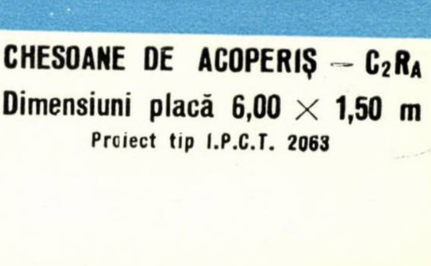
progresul



LIVREAZĂ ELEMENTE DE CONSTRUCȚII PENTRU HALE INDUSTRIALE


45
17
10
1,54
31
35


150 2,00
4,85
1,00
11



GRINZI PRECOMPRIMATE
G 18—6—2
Deschidere 18,0 m — Interax 6,0 m
Proiect tip I.P.C.T. nr. 2155

GRINZI PRECOMPRIMATE
T 150/100—1800 și
T 200/100—1800
Deschidere 18,0 m
Proiect I.P.I.M.P.C. nr. 2491

CHESOANE DE ACOPERIȘ — C₂R$_A$
Dimensiuni placă 6,00 × 1,50 m
Proiect tip I.P.C.T. 2063

INFORMAȚII: BUCUREȘTI, ȘOS. GIURGIULUI NR. 507 • TELEFON 23.40.40

MINISTERUL ECONOMIEI FORESTIERE
CENTRUL DE DOCUMENTARE TEHNICĂ PENTRU ECONOMIA FORESTIERĂ

✻ UŞI CU STRUCTURĂ ✻ CELULARĂ

1970 JAN 8

- rezistente
- estetice
- durabile

Executîndu-se cu tocul lamelat, din cherestea de răşinoase şi căptuşeală din PFL în diferite variante: pline, cu 1/3 ochi geam, 2/3 ochi geam, furniruite sau vopsite opac, UŞILE INTERIOARE CU STRUCTURĂ CELULARĂ sînt moderne şi adaptabile oricărui tip de construcţie.

Structura celulară a uşilor, asigură acestora o greutate redusă, stabilitate dimensională şi bune proprietăţi de izolare termică şi fonică.

Pentru procurarea UŞILOR CELULARE FINISATE, vă puteţi adresa unităţilor comerciale de stat şi cooperatiste. Cereţi UŞILE CELULARE produse de INTREPRINDERILE MEF: CIL PIPERA-BUCUREŞTI, CIL BACĂU şi CIL GĂLĂUTAŞ.

1969 9

R

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT
PENTRU CONSTRUCȚII
ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

INGINERI CONSTRUCTORI

din institutele de cercetare şi proiectare,
de pe şantierele de construcţii!

V-aţi reînnoit abonamentul la

**REVISTA CONSTRUCŢIILOR
ŞI A MATERIALELOR
DE CONSTRUCŢII**

pentru a vă asigura toate numerele revistei
în cursul anului 1970?

„Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii" vă informează asupra rezultatelor celor mai noi cercetări în acest domeniu, vă ţine la curent cu experienţa înaintată a marilor şantiere de pe întreg cuprinsul ţării noastre.

Preţul unui abonament anual individual este de 60 lei, iar al unui abonament de instituţie de 170 lei.

Abonamentele se fac numai la administraţia revistei, Bucureşti, str. Episcopiei 9, Sector 1, sau prin mandat poştal adresat administraţiei, căsuţa poştală 2951, Oficiul poştal 22, cont virament 64.03.01.39 BNR. — DECBS.

E 1688

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

ORGAN AL COMITETULUI DE STAT PENTRU
CONSTRUCȚII, ARHITECTURĂ ȘI SISTEMATIZARE

9

1969

VOLUMUL 21, Nr. 9

SEPTEMBRIE 1969

SUMAR

A. GÎDEA, M. PĂUNESCU ş. a.:
Evoluţia tasărilor la cîteva tipuri de clădiri din Timişoara 449

M. GÎRLEŞTEANU:
Încercarea unui element de beton armat prin metoda de duritate superficială 453

I. BELFERT, EM. CRISTEA:
Aplicarea graficelor-reţea la organizarea fluxului proceselor de muncă pentru formaţiile complexe de lucru 462

D. TEODORESCU, AL. VASILIU, VICTORIA MILEA:
Metodă de laborator pentru determinarea rezistenţei cimenturilor şi mortarelor de ciment la acţiunea apelor cu CO_2 agresiv . . 463

D. TEODORESCU, I. FĂCĂOARU, A. HERDLICKA:
Îmbunătăţirea rezistenţei la coroziune a maselor pe bază de polimeri de furfurol-acetonă. Verificarea comportării în medii corosive prin metoda ultrasonică 466

D. TEODORESCU, GEORGETA PIPERA, A. POPESCU:
Încercări pentru stabilirea metodei de determinare a numărului minim de straturi ale peliculelor de vopsea pentru protecţia betonului 470

G. POPEEA
Aparate pentru studiul de laborator al coroziunii realizate la secţia „Protecţia contra coroziunii" din INCERC 475

L. STRAT, L. OPREAN:
Protecţia aluminiului în climat marin 477

M. PĂUNEL, P. MARCU:
Studiul comportării de lungă durată a unor aliaje de aluminiu expuse în condiţii marine 479

CORNELIA SOLACOLU, D. TEODORESCU, AL. VASILIU:
Comportarea mortarelor cu adaos de inhibitor în soluţii de sulfat de sodiu 483

I. PITIŞ, V. LĂCĂTUŞU:
Contribuţii la cunoaşterea organismelor care pot acoperi suprafeţele imersate ale construcţiilor portuare din Constanţa 487

CORNELIA SOLACOLU, AL. VASILIU:
Influenţa raporatului volum soluţie: volum epruvetă asupra determinării rezistenţei mortarelor la agresivitatea sulfatică 490

CRONICA
RECENZII
DOCUMENTARE

43 305

Revista Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii, organ al Comitetului de Stat pentru Construcţii, Arhitectură şi Sistematizare — Redacţia, administraţia şi casieria: Bucureşti, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon: 16.49.14. Abonamentele se primesc numai la sediul redacţiei. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.89 Direcţia Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacţia publicaţiilor „Revista Construcţiilor şi Materialelor de Construcţii" şi „Arhitectura"

Preţul unui exemplar lei 8

Taxele poştale plătite în numerar pentru anul 1969, confor maprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul: Întreprinderea Poligrafică „Informaţia" — Bucureşti, c. 3657

SUMMARY

A. GIDEA, M. PĂUNESCU et AL.: Development of settlements at several types of buildings of Timişoara

Observation of settlement phenomena and comparison of measurement results with probable settlement values previously computed are the subjects on which a working team formed of representatives of the teaching staff and technicians of the Direction for Planning, Architecture and Building of Banat is now concentrating.

Apart from data referring to the buildings themselves, the foundation soil and the foundations the article also reviews the data collected referring to the settlements at four blocks of flats built in Timişoara.

M. GIRLEŞTEANU: Superficial hardness technique for testing a reinforced concrete element

The article reviews the results yielded by a series of nondestructive comparative tests carried out on a prefabricated reinforced concrete double T element, 29 metres long; both recoil and imprint techniques were applied.

These tests were necessary for checking the possibilities of realizing these classes of concretes as required by pretensioning and assembly standards.

I. BELFERT, EM. CRISTEA: Graph networks help organizing the sequence of labour processes of a complex working team

The investigations carried out by the Research Institute for Building and Building Economy in several special problems concerning the scientific management of a building yard have lead to an efficient method of „organizing finite production working teams"; this method is now being experimented on several building sites.

The authors describe the method and outline its advantages.

D. TEODORESCU, AL. VASILIU, V. MILEA: A laboratory method for determining the corrosion resistance of cements and cement mortars in the presence of waters containing aggressive CO_2

A laboratory method was derived for determining the resistance of cements and cement mortars in the presence of waters containing aggressive CO_2; the method consists in accelerating the corrosion process through a continuous flow of water with a high content of CO_2 along test samples whose faces are largely exposed to attack. This method removes the main drawback of most methods quoted in the technical literature namely the instability of a solution with a high content of CO_2 under ordinary pressure and temperature conditions.

D. TEODORESCU, I. FĂCĂOARU, A. HERDLICKA: Improved corrosion resistance of furfurol-acetone masses. The use of ultrasonic methods for checking their behaviour in corrosive media

This article expounds the results of the studies carried out for obtaining corrosion resisting masses on the basis of furfurol-cetone polymers of high chemical stability.

It surveys their behaviour in the presence of solutions of varied concentration of organic and inorganic acids, of inorganic alkali and inorganic salts under both static and dynamic conditions the tests were carried out on specially conceived Oremin samples and their results compared with those obtained with Asplit FN — a product of the Hoechst firm (West Germany).

Investigations on the behaviour consisted in nondestructive ultrasonic tests carried out in parallel with physical and mechanical determinations.

It is proved that the behaviour of charged polymers in corrosive media can be determined by the ultrasonic impulse method or by determining their natural frequency; finally the article gives the correlation between these procedures and purely mechanical tests.

D. TEODORESCU, GEORGETA PIPEREA, A. POPESCU: Tests carried out for deriving a method for determining the minimum layers of paint required for concrete coating

Corrosion resisting paints are one of the procedures applied for protecting plain or reinforced concrete elements against corrosive aggressiveness.

When referring to corrosion resisting procedures on the basis of paints applied on metal surfaces there is a perfectly well shaped technique for determining the efficiency of a coating and even its thickness whereas in the case of concrete or mortar surfaces we lack a suitable protective procedure as well as a technique for determining its resistance toward corrosive media and the minimum number of layers required for achieving an adequate protection.

This article shows the experiments carried out at the department of anticorrosive protection of INCERC in order to shape a method for determining the minimum number of paint layers for protecting the concrete as well as the adequate instruments for carrying out such determinations.

G. POPEEA: Instruments for laboratory studies in corrosion realized at the department for anticorrosive protections of INCERC

The article describes following instruments realized according to original projects conceived in this department:

1. For natural aggressive media

a. Apparatus for corrosion studies in aggressive CO_2 media — investigations on concretes and mortars exposed to a high aggressiveness due to dissolved CO_2.

b. Apparatus for saline fog (variant of an ICPE project) — an automated device for studies on metal corrosion.

2. For industrial aggressive media

a. Apparatus for corrosion studies in alternating media — for testing putties to be used in floorings in the inorganic chemical industry and in the dairy products industry.

b. Apparatus for corrosion studies in industrial atmosphere model Md. I — for the specific conditions of inorganic chemical industries.

c. Apparatus for corrosion studies in industrial atmosphere model Md. II — for anticorrosive finishes; studies the influence of chemically highly aggressive industrial atmospheres on interior and exterior cladding finishes.

I. STRAT, L. OPREAN : Protection of aluminium in marine climate

A survey of the tests carried out in relation to aluminium elements protected as follows :

- electrochemical Cu-Ni-Cr coatings
- electrolytical oxydation either chemically compacted or applied through painting
- direct painting

The samples were exposed near the Black Sea shore to the influence of the marine climate at the research station of the Institute for Electrotechnical Research and Projects.

After a 3 year long exposure it could be stated that the most efficient protection was obtained through electrolytical oxydation either chemically compacted or applied through painting.

MARIA ANA PĂUNEL, P. MARCU : The long term behaviour of certain alloys to marine conditions

This article is a synoptic survey of the research work carried out during several years on the behaviour of aluminium and of alloys of the $AlMg_3$ type delivered in sheets and under various conditions – immersed in sea water or exposed to marine atmosphere.

The data collected have shown that both aluminium and $AlMg_3$ alloys resist well the corrosion in such media.

It was equally stated that materials produced in this country are comparable, from the viewpoint of this property, with similar materials from abroad.

When immersed in sea water or exposed to marine atmosphere, their mechanical characteristics change in time in a similar way for one and the same material, irrespective of its state, provided that the fabrication was correct.

As to marine atmosphere, the coating by the Bauer-Vogel (MBV) procedure of chemical oxydation confers on both aluminium and $AlMg_3$ alloys a very good corrosion resistance both with respect to aspect and to the stability of mechanical characteristics.

CORNELIA SOLACOLU, D. TEODORESCU, AL. VASILIU : The behaviour of mortars with inhibiting admixtures in natrium sulphate solutions

The researches carried out in relation to the inhibition of reinforcement steel corrosion have focused our attention on the fact that some corrosion inhibitors also bring about an improved resistance of cement mortars and concretes toward the influence of sulphate solutions. This statement has determined the research team to try to clear up the conditions in which such an admixture could be used for improving the resistance of mortars and concretes against sulphate attacks.

Attempts have been made to determine the optimal admixture percentage with no detrimental influence on the initial characteristics of the cement and also to assess the influence exerted by such an admixture on the sulphate resistance of several types of mortars prepared with following three sorts of cement namely : RIM 200 cement, F 300 cement and P 400 cement. It was thus possible to check the efficiency of each admixture in relation to the type of cement used.

I. PITIȘ, V. LĂCĂTUȘU : Contributions to the knowledge of organisms covering the immersed parts of harbour works (harbour of Constanța)

The development of the harbour of Constanta raises, among others, the problem of the biological aggresiveness of the sea water toward the immersed parts of the structures, plants and harbour machines.

From the data collected by now one could draw the conclusion that the aggresiveness of marine organisms may manifest itself either through bacterial action or through that of organisms which constitute the fulling of sea ships.

The researches carried out by I.C.P.E. within the limits of the harbour of Constanța have shown that in certain seasons of the year the following species develop rapidly and fix themselves on the immersed parts : sedentary crustaceans (Balanus), marine worms (Serpulides), lamellibranchiate mollusca (Mytilus), green algae, briozoa, diatomaceous plants etc.

Lately was remarked the massive presence of Mercierella enigmatica Fauvel – an invading form originary from the tropical seas.

The experiments have shown that the calcareous crust consisting of either houses of balanides or tubes of serpulides may reach within a single summer season – three months, and even exceed 6 kg/m and that both metal surfaces and their protective films are deteriorated because of the fixation of balanides; this action is to be explained through both the chemical (a result of metabolic processes) and mechanical activity of these organisms.

CORNELIA SOLACOLU, AL. VASILIU : Influence of the sample volume : solution volume ratio on the determination of the resistance of mortars against sulphate aggressiveness

The technical literature dealing with the methods for testing the sulphate resistance of mortars and concretes does in no way refer to the influence exerted by the sample volume : solution volume ratio on the time required for obtaining the results. The present investigation has been carried out in order to collect more conclusive data on how to choose the working conditions in a laboratory when using samples of 2 × 2 × 12 cm.

The research work carried out has shown that the action exerted by a sulphate solution on a cement mortar sample – provided the sulphate content does not change – is considerably speedier when the amount of solution related to the total volume of the samples is the highest. In other words and without changing the characteristics of the sulphate solution, this effect is more rapidly developing in time as soon as the sample volume : solution volume ratio is the lowest. When using samples of 2 × 2 × 12 cm, satisfactory results may be obtained, from the viewpoint of the test duration, as soon as the sample volume : solution volume equals 1 : 10.

SOMMAIRE

A. GIDEA, M. PĂUNESCU et al : Evolution des tassements pour quelques types de batiments de Timișoara

La surveillance des tassements de quelques constructions et la comparaison entre les résultats des mesures et les valeurs estimées par calcul pour les tassements probables constituent l'objet des préoccupations d'une équipe formée

par des cadres didactiques de la Faculté de Constructions de Timişoara complétée de spécialistes de la Direction pour Systématisation et Architecture.

Outre les données concernant la construction, le terrain de fondation et les solutions de fondation, les auteurs présentent aussi les résultats enregistrés pour les tassements observés pour quatre unités d'habitation de la ville de Timişoara.

M. GIRLEŞTEANU : Essai d'un élément en béton armé par la méthode de la dureté superficielle

L'auteur rapporte les résultats obtenus à la suite des essais non-destructifs comparatifs conduits par la méthode du recul et de l'empreinte sur un élément en beton préfabriqué à section en double T, la longueur de l'élement étant de 29 m.

Le but de l'essai était de réaliser une certaine marque de béton en vue de la prêtension et du montage.

I. BELFERT et EM. CRISTEA : Application des graphes-réseaux à l'organisation du flux des processus de travail pour les formations complexes ouvrières

Les résultats des recherches entreprises par l'Institut de la Recherche en Constructions et Economie des Constructions en vue de trouver une solution aux problèmes ayant trait à l'organisation scientifique du travail sur les chantiers des travaux de construction sont mis en oeuvre pour expérimenter l'application d'une méthode efficace dont l'objet est „d'organiser les équipes d'oeuvre par production finie".

Les auteurs font une appréciation critique de la méthode, en révélant autant ses avantages que ses désavantages.

D. TEODORESCU, AL. VASILIU, V. MILEA : Méthode de laboratoire pour determiner la résistance des ciments et des mortiers de ciment envers l'action des eaux à CO_2 agressif

Pour déterminer la résistance des ciments et des mortiers de ciment envers l'action des eaux à CO_2 agressif on a mis au point une méthode de laboratoire dont l'avantage est qu'elle accélère le processus de corrosion en faisant circuler continuellement un courant d'eau à taux de concentration en CO_2 élevé sur des échantillons à large surface d'attaque. Cette méthode élimine le principal inconvénient dont souffrent les autres méthodes indiquées par la littérature de spécialité et nottament : instabilité des solutions à taux de CO_2 élevé, à pressions et températures ordinaires.

D. TEODORESCU, I. FĂCĂOARU, A. HERDLICKA : Résistance améliorée à la corrosion des masses à base de furfurol-acétone. Vérification du comportement en milieux corrosifs par la méthode des ultra-sons

Les auteurs font part des resultats obtenus à la suite des études entreprises en vue de realiser une masse anti-corrosive à base de polymers de furfurol-acétone, à haute stabilité chimique.

Ils présentent le comportement, en solutions d'acides anorganiques et organiques, bases anorganiques et sels anorganiques à diverses concentrations, en régime statique et dynamique, de certains échantillons du type Oramin spécial, par comparaison avec le produit Asplit FN de la firme Hoechst (Rép. Féd. All.).

Le comportement était observé et poursuivi par des essais non-destructifs à ultra-sons, en parallèle avec des déterminations physiques et mécaniques.

On montre la possibilité de vérifier le comportement à la corrosion des polymers attaqués par la méthode à impulsions ultrasoniques et par celle de la fréquence propre de vibration, ainsi que la corrélation existant entre cette méthode et les essais mécaniques.

D. TEODORESCU, GEORGETA PIPEREA, A. POPESCU : Recherches entreprises en vue d'arrêter la meilleure méthode à appliquer pour déterminer le minimum de couches de peinture nécessaires pour assurer la protection du béton

Un des systèmes de protection contre la corrosion à appliquer pour protéger les éléments en béton et béton armé est constitué par les couches de peintures anticorrosive.

Si pour les systèmes de protection anticorrosive basés sur les peintures appliquées sur les surfaces métalliques il y a une méthodologie bien arrêtée, qui permet de déterminer l'efficacité de la couche de protection et même son épaisseur, pour la protection des surfaces de béton ou mortier le système de protection efficace est encore à trouver, comme d'ailleurs aussi la méthodologie qui permette de mesurer la résistance envers les milieux corrosifs, en d'autres mots le nombre minimum de couches pouvant assurer de manière satisfaisante la protection nécessaire.

Les auteurs font part des essais entrepris à l'INCERC — Section de la Protection contre la Corrosion, afin de mettre au point une méthode adéquate pour déterminer le nombre minimum de couches de peinture nécessaires pour assurer la protection du béton, ainsi que l'installation requise pour ces déterminations.

G POPEEA : Étude en laboratoire du phénomène de corrosion au moyen d'appareils construits à l'INCERC — section de la protection contre la corrosion

L'auteur présente les appareils suivants, réalisés suivant les dessins de conception originale, oeuvre des chercheurs de l'Institut :

1. Pour milieux à agressivité naturelle :

a. Appareil pour déterminer la corrosion due au CO_2 agressif destiné aux recherches sur les bétons et mortiers exposés à une forte corrosion due au CO_2 présent dans la solution.

b. Appareil pour le brouillard salin (autre version d'un projet ICPE), automatisé, destiné à l'étude de la corrosion des métaux.

2. Pour les milieux agressifs industriels :

a. Appareil de corrosion pour des milieux alternés — destiné aux determinations pratiquées sur les mastics pour planchers dans l'industrie de la chimie anorganique et dans l'industrie du lait.

b. Appareil de corrosion pour les milieux industriels Md. I — atmosphères spécifiques à l'industrie de la chimie anorganique.

c. Appareil de corrosion pour les milieux industriels Md. II — pour finissages anticorrosifs — servant à étudier l'effet des armosphères industrielles ayant une forte agressivité chimique envers les finissages intérieurs et exterieurs des bâtiments.

L. STRAT, L. OPREAN : Protection de l'aluminium en climat marin

Les auteurs présentent le résultat des recherches effectuées sur l'aluminium protégé par :

- recouvrements électro-chimiques à Cu-Ni-Cr,
- oxydation électrolytique compactée chimiquement ou par peinture,
- peinture directe.

Les échantillons étaient exposés à la station d'essais en climat marin de l'Institut de Recherches et Etudes Electrotechniques, située près du bord de la Mer Noire.

Après trois ans d'exposition, la protection la plus efficace s'est avérée l'oxydation electrochimique, compactée chimiqument ou par peinture.

MARIA ANA PĂUNEL, P. MARCU : Etude sur le comportement de longue durée de certains alliages exposés aux milieux marins

Le present ouvrage est une synthèse des résultats obtenus à la suite des recherchés qui se sont poursuivies au cours de plusieurs annees et qui avaient comme but de déterminer le comportement de l'aluminium et des alliages du type $AlMg_3$, en tôles, exposés en différents états à l'action de l'eau de mer (immersés) et à l'action de l'atmosphère marine.

Les données obtenues ont montré que l'aluminium et les alliages du type $AlMg_3$ ont, pareillement, une bonne résistance à la corrosion quand ils sont exposés en de tels milieux.

On a également constaté que les matériaux fabriqués en Roumanie sont comparables de ce point de vue aux propriétés montrées par les matériaux similaires importés.

En effet, pour le même matériau, que se soit après l'immersion dans l'eau de mer ou après exposition à l'atmosphère marine, la variation des caractéristiques mécaniques en temps est similaire, quel que soit son état, si toutefois la fabrication est correcte.

Quant à l'atmosphère marine, la protection des surfaces des échantillons par le procédé d'oxydation chimique Bauer-Vogel (MBV) confère à l'aluminium et aux alliages du type AlMg une très bonne résistance à la corrosion et du point de vue de l'aspect, et du point de vue de la stabilité des caractéristiques mécaniques.

CORNELIA SOLACOLU, D. TEODORESCU, AL. VASILIU : Comportement des mortiers à addition d'inhibiteur en solution de sulfate de sodium

Les résultats de certaines études conduites sur l'action des inhibateurs de corrosion utilises pour des armatures posées dans les bétons ont attirés l'attention sur le fait que certains inhibiteurs de corrosion produisent aussi une amélioration de la résistance des mortiers et bétons de ciment envers l'action des solutions sulfatiques. Cette constatation a été à l'origine d'une étude ayant comme but d'élucider les conditions dans lesquelles cette addition peut etre utilisés favorablement, c'est-à-dire pour accroitre la résistance des mortiers et des bétons envers l'action des sulfates. On a donc établi le pourcentage optimal d'addition nécessaire afin d'éviter les effets négatifs sur les caractéristiques originelles du ciment; on a également établi l'effet porté par le ciment sur la résistance sulfatique des mortiers produits avèc trois marques de ciment à savoir : ciment RIM 200, ciment F 300 et ciment P 400. On a pu vérifier de la sorte aussi l'efficacité de l'addition selon le type du ciment utilisé.

I. PITIȘ, V. LĂCĂTUȘU : Contributions à la connaissance des organismes pouvant recouvrir les surfaces submergées des constructions portuaires (Constantza)

Le développement du port de Constantza pose, entr'autres, le problème de l'agressivité biologique de l'eau de mer à laquelle sont soumises les parties submergées des installations et de l'outillage portuaire.

Les observations faites jusqu'à present montrent que l'agressivité des organismes marins peut se manifester par l'action des bactéries ou des organismes qui constituent le foulling des navires maritimes.

Les recherches entreprises par l'I.C.P.E dans l'aire du port de Constantza ont etabli que pendant certaines saisons de l'année les organismes suivants se développent en masse et s'attachent aux surfaces submergées :

— des crustacés sédentaires (balanus), des vers marins polychètes (serpulides), des molusques lamélibranches (Mytilus), algues vertes, diatomées etc.

Ces dernières années on a remarqué la présence abondante de la forme Mercierella enigmatica Fauvel, forme invadante, originaire des mers tropicales.

Les expérimentations ont montré que la croûte calcaire des balanides et des tubes de serpulides peut atteindre, dans une seule saison estivale (trois mois) plus de 6 kg/m^2, et que les surfaces métalliques et leur couche de protection sont dégradées à la suite de l'adhérence des balanides, à la fois à cause de leur action mécanique et de leur action chimique (processus metabolique).

CORNELIA SOLACOLU, AL. VASILIU : Comment affecte la relation : volume éprouvette/volume solution la détermination de la résistance des mortiers envers l'agressivité sulfatique

Les méthodes de recherche de la résistance envers l'agressivité sulfatique des mortiers et béton publiées dans la littérature jusqu'à present ne donnent aucune indication sur l'effet porté par le rapport volume éprouvette/volume solution sur la durée requise pour obtenir les résultats. La présente étude avait comme but d'arriver à des données plus précises et concluantes quant aux conditions requises dans les travaux de laboratoire pour le cas ou l'on utilisait des éprouvettes dont les dimensions étaient de 2 × 2 × 12 cm.

Les recherches entreprises ont montré que l'action des solutions sulfatiques sur les éprouvettes de mortier de ciment est — pour la même concentration de sulfate — d'autant plus rapide en temps que la quantité de solution rapportée au volume total des éprouvettes est plus importante. En d'autres mots, sans modifier les caractéristiques de l'agression sulfatique, cet effet est d'autant plus rapide en temps que le rapport volume éprouvette/volume solution est plus petit. Si l'on emploie des éprouvettes de 2 × 2 × 21 cm, on peut obtenir des résultats satisfaisants du point de vue du temps d'observation, avec un rapport volume éprouvette/volume solution de 1 : 10.

INHALT

A. GIDEA, M. PĂUNESCU U.A.M. : Werdegang der Setzungserscheinungen bei einigen in Timișoara errichteten Bauten

Beobachtung der Setzungserscheinungen einer Konstruktion und Vergleichung der Messergebnisse mit den wahrscheinlichen rechnerisch ermittelten Setzungswerten beschäftigen gegenwärtig einen Arbeitsteam der Baufakultät aus Timișoara dem auch Techniker der Banater Direktion für Städteplanung, Architektur und Bauwesen angehören.

Der Artikel enthält, ausser Angaben betreffend die Konstruktion, den Baugrund und die Gründungsart auch einige Beobachtungsergebnisse von Setzungserscheinungen bei vier in Timișoara errichteten Wohnblocks.

M. GIRLEȘTEANU : Prüfung eines Stahlbetonteiles nach dem Oberflächenverfahren

Im Artikel werden vorgeführt die Ergebnisse einer Reihe von vergleichenden nichtzerstörenden Prüfungen nach dem Rückstoss- und Eindruckverfahren durchgeführt denen ein 29 m langer Stahlbeton Fertigteil mit doppel-T Querschnitt unterworfen wurde.

Ziel dieser Prüfungen ist die Herstellung von Betonen gewisser Festigkeit, auferlegt von den herrschenden Vorspann- und Montagebedingungen.

I. BELFERT, EM. CRISTEA : Anwendung der Netzwerktechnik auf die Organisierung der Arbeitsprozesse einer komplexen Arbeitsgruppe

Die Forschungen die durchgeführt wurden im Forschungsinstitut fur Bauwesen und Bauwirtschaft in Zusammenhang mit einigen Fragen der wissenschaftlichen Organisierung der Bautätigkeit dienten als Grundlage zur Festsetzung eines Verfahrens das gegenwärtig auf einigen Bauplätzen angewandt wird nämlich „Organisierung von Arbeitsgruppen auf Grund beendeter Produktion" und das sich als höchstwirksam erwiesen hat.

Die Autoren beschreiben dieses Verfahren und heben dessen Vorteile hervor.

D. TEODORESCU, AL. VASILIU, V. MILEA : Laborverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit von Zementen und Zementmörteln gegen den Angriff von CO_2-haltigem Wasser

Ein Laborverfahren wurde ausgearbeitet um die Beständigkeit von Zement und Zementmörtel gegen den Angriff von CO_2-haltigem Wasser zu bestimmen; dieses Verfahren beschleunigt den Fortschritt des Korrosionsprozesses durch ununterbrochenes Fliessen von Wasser mit hohem CO_2 Gehalt entlang den Flächen der Probekörper. Das Verfahren vermeidet die Hauptmängel aller anderer in der Fachliteratur angegebenen Verfahren u.zw.: Instabilität der Lösungen mit hohem CO_2 Gehalt bei üblichen Druck- und Temperaturwerten.

D. TEODORESCU, I. FĂCĂOARU, A. HERDLICKA : Erhöhte Korrosionsbeständigkeit von Furfurol-Azeton Massen. Prüfung des Verhaltens in korrosiven Medien durch das Ultraschallverfahren

Der Artikel führt vor die Ergebnisse von Studien die durchgeführt wurden um korrosionsbeständige und chemisch hochstabile Furfurol-Azeton Polymermassen zu erzeugen.

Das Verhalten von speziellen Oremin Probekörpern gegenüber Lösungen verschiedener Konzentrationen von anorganischen und organischen Säuren, anorganischen Alkalien und anorganischen Salzen sowohl unter statischen wie unter dynamischen Bedingungen wird beschrieben und verglichen mit dem Verhalten des Asplit FN Erzeugnisses der Firma Hoechst (BRD).

Zur Bestimmung des Verhaltens wurden gleichzeitig nichtzerstörende Ultraschallverfahren und physikalisch-mechanische Prüfungen angewandt.

Es wird hervorgehoben dass es möglich ist die Korrosionsbeständigkeit von Polymermassen durch das Ultraschall-Impulsverfahren und durch Messung der Eigenfrequenz zu bestimmen; ausserdem werden die angeführten Verfahren auch auf die mechanischen Prüfungen bezogen.

D. TEODORESCU, GEORGETA PIPEREA, A. POPESCU : Experimentelle Begründung eines Verfahrens für die Bestimmung der kleinsten Schichtenzahl im Falle von korrosionsschützenden Betonanstrichen

Das Anbringen von korrosionsbeständigen Anstrichen ist ein bei Beton- und Stahlbetonbauteilen häufig angewandtes Schutzmittel.

Im Falle von korrosionsbeständigen Schutzschichten auf Grund von Anstrichen unmittelbar auf Metalflächen angebracht, verfügt man über eine eingehend ausgearbeitete Technik die uns ermöglicht die Wirksamkeit der Schutzschicht und sogar deren Stärke zu bestimmen; anders im Falle von Beton- oder Mörtelflächen wo man sich genötigt sieht ein zweckmässiges Schutzverfahren zu finden und eine Methode abzuleiten die uns ermöglicht die Korrosionsbeständigkeit bzw. die minimale Schutzschichtenzahl zu bestimmen und ein passendes Schutzverfahren daraufhin abzuleiten.

Der Artikel führt vor die Experimente die im Rahmen der Abteilung Korrosionsschutz des INCERC durchgeführt wurden um hinterher auf dieser Basis ein Verfahren abzuleiten das uns ermöglichen soll die minimale Schutzschichtenzahl zu bestimmen und die für derartige Bestimmungen nötigen Apparate festzusetzen für den Fall von Betonschützenden Anstrichen.

L. POPEEA : Apparate für die Erforschung von Korrosionserscheinungen im Gaboratorium hergestellt in der Abteilung Korrosionsschutz des INCERC

Der Artikel beschreibt folgende Apparate die nach originellen, in der Abteilung ausgearbeiteten Projekten, hergestellt wurden:

1. Für natürliche aggressive Medien

a. Apparat zur Bestimmung der Korrosionsgefahr durch aggressiven CO_2 – Forschungen betreffend Betone und Mörtel durch gelöstem CO_2 hochgefährdet.

b. Automatisiertes Apparat für salzhaltigen Nebel (Variante nach einem Projekt des ICPE) – Forschungen betreffend Metalkorrosion.

2. Für industrielle aggressive Medien

a. Apparat zur Bestimmung der Korrosionsgefahr in abwechselnden Medien – Forschungen betreffend Kitte für Bodenbeläge in der anorganischen chemischen Industrie und in der Milchindustrie.

b. Apparat zur Bestimmung der Korrosionsgefahr in industriellen Medien – Type Md. I speziell für die anorganische chemische Industrie hergestellt.

c. Apparat zur Bestimmung der Korrosionsgefahr in industriellen Medien – Type Md. II für korrosionsbeständige Bekleidungen; Erforschung des Einflusses hochaggressiver chemischen Medien auf das Verhalten von inneren und äusseren Bekleidungen von Bauten.

L. STRAT, L. OPREAN : Aluminiumschutz im Seeklima

Es werden vorgeführt die Ergebnisse der Prüfungen die durchgeführt wurden mit folgendermassen geschütztem Aluminium:

- elektrochemisch angebrachte Cu-Ni-Cr Schutzschichten
- chemisch oder durch Anstreichen verdichtete elektrolitische Oxydation
- unmittelbares Anstreichen

Die Probekörper wurden dem Seeklima ausgesetzt und hinterher geprüft bei der an der Meeresküste gelegenen Forschungsstation des Elektrotechnischen Instituts für Forschungswesen und Projektierung.

Nach einer drei Jahre langen Beobachtung im Seeklima konnte man schliessen dass eine chemisch oder durch Anstreichen verdichtete elektrolitische Oxydation den besten Schutz gewährleistet.

MARIA ANA PĂUNEL, P. MARCU : Langfristiges Verhalten gewisser Legierungen dem Seeklima ausgesetzt

Der Artikel fasst zusammen die Ergebnisse der Forschungen die durchgeführt wurden mehrere Jahre lang betreffend das Verhalten von Aluminium und AlMg Legierungen als Blechplatten verarbeitet, unter verschiedenen Bedingungen – in Seewasser eingetaucht oder der Seeluft ausgesetzt.

Aus den erlangten Ergebnissen konnte man schliessen dass sowohl Aluminium wie auch AlMg Legierungen eine gute Korrosionsbeständigkeit in derartigen Medien aufweisen.

Es wurde ebenfalls festgestellt dass die hierzulande erzeugten Werkstoffe den ähnlichen ausländischen gleichwertig sind was diese Beständigkeit anbetrifft.

Nach Eintauchen in Seewasser und Aussetzen der Seeluft ändern sich die mechanischen Eigenschaften mit der Zeit und diese Anderung ist nahezu dieselbe für einen Werkstoff, ungeachten seines Zustandes, angenommen dass die Erzeugung richtig vor sich ging.

Was die Seeluft anbetrifft konnte festgesetzt werden, u.zw. bei Probekörper deren Oberflächen geschützt wurden durch Anwendung des Bauer-Vogel (MBV) Verfahrens das auf chemische Oxydation beruht, dass Aluminium und AlMg Legierungen dadurch eine gute Korrosionsbeständigkeit erlangen was Aspekt und Stabilität der mechanischen Eigenschaften anbetrifft.

CORNELIA SOLACOLU, D. TEODORESCU, AL. VASILIU: Verhalten von Mörteln mit hemmenden Zusätzen in Natriumsulfatlösungen

Frühere Forschungen betreffend die Hemmung der Betonstahlkorrosion hat die allgemeine Aufmerksamkeit gelenkt auf die Tatsache dass einige korrosionshemmende Stoffe auch eine Steigerung der Beständigkeit von Zementmörtel und Beton gegen den Angriff sulfathaltiger Lösungen bewirken. Diese Feststellung hat eine Forschungsarbeit bewirkt deren Ziel folgendermassen festgesetzt wurde: unter welchen Bedingungen kann ein derartiger Zusatz vorteilhaft angewandt werden wenn es gilt die Sulfatbeständigkeit von Mörtel und Beton zu steigern.

In dieser Hinsicht versuchte man den optimalen Zusatzprozent der die Anfangscharakteristiken des Zementes nicht beeinträchtingt und ausserdem den Einflus den der Zusatz auf die Sulfatbeständigkeit ausübt zu bestimmen zur Herstellung der Mörtel dienten drei verschiedene Zementsorten u.zw. RIM 200, F 300, und P 400. Auf diese Weise konnte man auch die Wirksamkeit des Zusatzes für jede einzelne der drei Zementsorten bestimmen.

I. PITIȘ, V. LĂCĂTUȘU: Beiträge zur Kenntniss der Lebewesen die die untertauchten Flächen der Hafenbauten bedecken können (Hafen von Constanța)

Der Ausbau des Constanța Hafens wirft unter anderem auch die Frage der biologischen Aggressivität von Seewasser auf und deren Einfluss auf die untertauchten Teile der Hafenbauten und Anlagen.

Aus den bis heutzutage durchgeführten Beobachtungen ergibt sich dass die Aggressivität der Seelebewesen sich entweder durch den Einfluss von Bakterien oder durch den von Lebewesen die den Körper der Seeschiffe bedecken offenbaren kann.

Die Forschungen des I.C.P.E., durchgeführt innerhalb des Constanța Hafens haben bewiesen dass in verschiedenen Jahreszeiten folgende Lebewesen sich kräftig entwickeln und an die untertauchten Flachen anhaften: sesshafte Krebstiere (Balanus), Seewürmer (Serpulides), Blattkiemer Weichtiere (Mytilus), grüne Algen, Briozoone, Diatomeen u.a.m.

In den letzten Jahren konnte man auch das kräftige Auftreten der Mercierella enigmatica Fauvel — eine invadierende Abart aus den Tropenseen — feststellen

Auf Grund der durchgeführten Experimente konnte man festsetzen dass die kalkhaltige Kruste aus Balanus Häuschen und Serpulides Rohren in einem einzigen Sommer (drei Monate) sogar 6 kg/m^2 überschreiten kann, dass die Metalflächen und deren Schutzanstrich durch die anhaftenden Balanides angegriffen sind und dass dieser letztere Einfluss sowohl auf die mechanische wie auch auf die chemische (Metabolismus) Tätigkeit der Lebewesen zurückzuführen ist.

CORNELIA SOLACOLU, AL. VASILIU: Einfluss des Verhältnisses Probekörpervolumen: Lösungsvolumen auf die Bestimmung der Beständigkeit von Mörtel gegen sulfatische Aggressivität

Die Fachliteratur gewidmet der Bestimmung der Beständigkeit von Mörtel und Beton gegen sulfatische Aggressivität enthält keineswegs Hinweise betreffend den Einfluss den das Verhältniss Probekörpervolumen: Lösungsvolumen auf den für Erlangung der Ergebnisse erforderlichen Zeitabschnitt ausübt. Die des weiteren beschriebene Untersuchung wurde durchgeführt um einige schlüssigere Daten zu sammeln betreffend die Forschungsbedingungen im Laboratorium falls man 2 × 2 × 12 cm grosse Probekörper benützt.

Aus den durchgeführten Forschungen ergab sich der Einfluss einer sulfathaltigen Lösung auf einen Zementmörtelprobekörper — angenommen dass der Sulfatgehalt sich nicht ändert — um so rascher vor sich geht desto höher die Lösungsmenge bezogen auf den Gesamtvolumen des Probekörpers ist. Oder anders ausgesprochen: dieser Einfluss schreitet um so rascher fort desto geringer das Verhältniss Probekörpervolumen: Lösungsvolumen ist — angenommen dass die Charakteristik des Sulfatangriffs sich nicht ändert. Im Falle der 2 × 2 × 12 cm grosen Probekörper konnten genügend gute Ergebnisse — was die Beobachtungszeit anbetrifft — erlangt werden bei einem Verhältniss Probekörpervolumen: Lösungsvolumen gleich dem Werte 1 : 10.

СОДЕРЖАНИЕ

А. ГЫДЯ, М. ПЭУНЕСКУ и другие; Эволюция осадок нескольких видов зданий в г, Тимишоара

Вопрос наблюдения осадок некоторых зданий и сопоставления результатов замеров с расчетными данными, относительно возможных осадок, является задачей коллектива, состоящего из преподавателей Строительного Тимишоарского факультета и технических кадров Дирекции Градостроительства и Архитектуры области Банат.

В статье, наряду с данными о зданиях, грунтом основания и принятым решением фундамента, представлены результаты наблюдения осадок четырех жилых зданий, возведенных в г. Тимишоара.

М. ГЫРЛЕШТЯНУ: Испытание железобетонного элемента по методу поверхностной твёрдости

В статье представлены результаты адиструктивных сравнительных испытаний произведенных по методу отдачи и оттиска, над сборным двутавровым железобетонным элементом, длиной в 29.0 метра.

Целью испытания элемента являлась необходимость осуществить определённую марку бетона с целью предварительного напряежения и монтажа.

И. БЕЛЬФЕРТ, ЕМ. КРИСТЯ, Применение сетевых графиков для организации потока технологических процессов, выполняемых комплексной бригадой

На основании результатов исследований Научно-Исследовательского Института по Строительству и Экономике Строительства, проведенных с целью решения некоторых проблем, связанных с научной организацией труда на строительных площадках. в настоящее время, экспериментируется, на ряде строек, применение эффективного метода: ,,Организация бригад по готовой продукции''.

Авторы описывают метод и его преимущества.

Д. ТЕОДОРЕСКУ, АЛ. ВАСИЛИУ, В. МИЛЯ: Лабораторный метод по определению сопротивления цемента и строительных растворов на цементе агрессивному воздействию воды, содержащей CO_2

Для определения сопротивления цемента и строительных растворов на цементе воздействию воды, содержащей агрессивный CO_2, установлен лабораторный метод, который ускоряет процесс коррозии при помощи постоянной циркуляции воды, содержащей в большом количестве CO_2, по образцам с большой поверхностью подвергаемой коррозии, Этот метод устраняет главный недостаток прочих методов, упомянутых в литературе, а именно: нестабильность, при обычных давлениях и температурах, растворов с большим содержанием углекислого газа,

Д. ТЕОДОРЕСКУ, И. ФЭКЭОАРУ, А. ХЕРДЛИЦКА: Улучшение сопротивления коррозии материалов на фурфурол — ацетоновой основе. Проверка ультразвуковым методом поведения в коррозийной среде

В статье изложены результаты исследования, произведенных с целью получения противокоррозийных составов — на основе фурфурол-ацетонных полимеров, высокой химической стойкости.

Описано поведение в растворах различной концентрации органических и неорганических кислот, неорганических щёлочей и солей при статическом и динамическом режиме, образцов типа специальный Орамин, в сравненик с продуктом ФН, западногерманской фирмы Хёхэт.

Наблюдение за поведением образцов осуществлялось при помощи адиструктивных ультразвуковых испытаний, производимых параллельно с физико-механическими определениями.

Указывается на возможность проверки поведения при коррозии сгущённых полимеров, применяя для этого ультразвуковой импульсный метод и частоты собственных колебаний, а также и соотношение этого метода с механическими испытаниями.

Д. ТЕОДОРОСКУ, ДЖ. ПИПЕРА, А. ПОПЕСКУ: Испытания. произведенные с целью установления метода определения минимального количества плёнок краски для предохранения бетона

Одним з способов антикоррозийной защиты бетонных и железобетонных строительных элементов является их покрытие антикоррозийной краской.

В случае металлических поверхностей при антикоррозийной защите при помощи окраски существует хорошо разработанная методика, дающая возожность определить эффективность защитной плёнки и даже её толщину, в случае необходимости защитить бетонную или строительным раствором покрытую поверхность, становится необходимым разбработать методику, которая позволила бы измерить сопротивление плёнки коррозийной среде, соответстврнно определить минимальное количество слоев, обеспечивающих надлежащую защиту.

В статье описаны испытания, произведенные секцией ИНЧЕРКа ,,Защита против коррозии'' с целью установления метода, который позволил бы определить минимальное количество слоев плёнки краски для защиты бетона, а также и аппаратуру, необходимую для определений такого рода.

Г. ПОПЕЯ: Приборы, изготовленные секцией ИНЧЕРКа: ,,Защита против коррозии'' для изучения коррозии в лабораторных условиях

В статье описаны следующие приборы. изготовленные по собственным проектам, разработанные в рамках секции:

1. Для естественной агрессивной среды.

а. Прибор, производящий коррозию при помощи агрессивного CO_2 — для испытания бетона и строительных растворов. подвергаемых сильной агрессивности, благодаря CO_2, находящемуся в растворе.

б. Прибор для соляного тумана (вариант проекта ИЧПЕ) автоматизированный, для изучения коррозии металлов.

2. Для промышленной агрессивной среды.

а. Прибор для изучения коррозии в переменной среде — для изучения замазок для полов, необходимых промышленности неорганической химии и молочной промышленности.

б. Прибор для изучения коррозии в промышленной среде Модель I — для среды, характерной промышленности неорганической химии.

в. Прибор для изучения коррозии в промышленной среде Модель II — для антикоррозийной отделки, при помощи которого изучается эффект промышленной, химически весьма агрессивной среды на внутренние и наружные отделки зданий.

Л. СТРАТ, Л. ОПРЯН: Протекция алюминия, находящегося в условиях морского климата

Представлены результаты испытания алюминия защищённого:

— электрохимически нанесенными пленками

— электролитным окислением, укомпактованным химическим путём или при помощи окраски;

— непосредственной окраской.

Образцы подвергались испытанию на станции испытания при морском климате Института по Электротехническим Исследованиям и Проектированию. расположенной на побережье Чёрного моря.

После трёхлетнего выдерживания наиболее действенной оказалась вторая из вышеуказанных защит.

МАРИЯ АННА ПЭУНЕЛ, П. МАРКУ: Исследование поведения некоторых сплавов алюминия, долговременно подвергаемых воздействию морской среды

В данной статье приведен синтез исследований. произведенных в течение нескольких лет, относительно поведения листового алюминия и его сплавов вида $AlMg_3$ в различных состояниях, погруженных в морскую воду или оставленных в морской атмосфере.

Согласно полученным данным следует, что и алюминий и его сплавы вида $AlMg_3$ обладают хорошей стойкостью в указанных средах.

Также замечено, что материалы отечественного изготовления имеют характеристики сходные, с этой точки зрения, с соответствующими импортными материалами.

Как после погружения в морскую воду, так и при выдерживании образцов в морской атмосфере, изменения механических характеристик во времени сходны при одном и том же качестве материала, независимо от его состояния и при условии соблюдения правильного изготовления.

Что касается воздействия морской атмосферы, защита поверхности образцов по способу химического окисления Бауэр-Фогел (МБВ) придаёт алюминию и его сплавам вида $AlMg_3$ весьма хорошее сопротивление, качественный аспект и стойкость механических характеристик.

КОРНЕЛИЯ СОЛАКОЛУ, Д. ТЕОДОРЕСКУ, АЛ. ВАСИЛИУ: Поведение строительных растворов с добавкой ингибитора в водных растворах сернистокислого натрия

Результаты некоторых исследований касающихся ингибирующего действия против коррозии арматуры бетона привлекли внимание на то, что некоторые ингибиторы коррозии производят и увеличение стойкости бетона и строительных растворов на цементе по отношению к воздействию сернистой среды. Это замечание повлекло за собой начало исследования, которое должно было разъяснить условия, при которых такая добавка может быть использована с благоприятными результатами в смысле повышения стойкости бетона и строительных растворов воздействию сернистокислых веществ. С этой целью пыались определить оптимальный процент добавки, который не влиял бы отрицательно на исходные характеристики цемента, а также установить эффект добавки на стойкость в сернистокислой среде строительных растворов, изготовленных на трёх видах цемента, а именно: RIM 200, F 300 и P 400. Таким образом стало возможно проверить и эффективность добавки в зависимости от вида используемого цемента.

И. ПИТИШ, В. ЛЭКЭТУШУ: К познанию организмов, которые могут покрывать поверхности подводной части портовых сооружений (в Констанце)

Развитие порта в Констанце выдвигает среди прочих проблем и проблему биологической агрессивности морской воды по отношению к портовым сооружениям, инсталляциям и оборудованию.

Исследования, произведенные Исследовательским и Проектным Институтом по Энергетике в пределах порта в г. Констанца, покаазали, что в определённые периоды года мощно развиваются и фиксируются на поверхностях находящихся под водой: ракообразные вида Balanus, морские черви вида Serpulidae, пластинчатожаберные моллюски (Mytilus), зелёные водоросли, диатомовые водоросли и т.п.

В последние годы замечено массивное присутствие вида Mercierella enigmatica Fauvel, вид нашествующий из тропических морей.

По экспериментальным данным констатируется, что кальциевая корка, состоящая из ракушек и трубок видов balanidae и serpulidae, лишь за один летний сезон (3 месяца) может достичь 6 кг/м^2, а металлические поверхности и их защищающие плёнки повреждаются прикреплением к ним видов balanidae, которые действуют как механически. так и химически (вследствие процесса обмена веществ).

КОРНЕЛИЯ СОЛАКОЛУ, АЛ. ВАСИЛИУ: Влияние соотношения объёма образца и объёма водного раствора на определение стойкости строительных растворов при сернистой агрессивности

Литература, относящаяся к методам исследования стойкости бетона и строительных растворов по отношению к сернистому воздействию среды, не даёт указаний относительно влияния соотношения объём образец-в одный раствор на срок, в котототорый получаются необходимые результаты. Данное исследование было произведено с намерением получить более точные данные относительно определения условий исследовательских лабораторных работ при испытании бразцов размеров 2 × 2 × 12 см.

Согласно произведенным испытаниям следует, что воздейттвие водных сернистых растворов на образцы строительных рассворов на цементе, при одинаковой концентрации сернистого вещества, ускоряется по мере раста объёма агрессивного раствора по отношению к общему объёему образцов. Иначе госря, этот эффект, не изменяя характера сернистой агрессивности, тем быстрее чем меньшим является соотношение объём образца объём агрессивного раствора, При использовании образцов размером 2×2×12 см можно получить удовлетворительные результаты — с точки зрения времени наблюдения — при соотношении: объём образца/объём агрессивного раствора равным 10/1.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

Evoluţia tasărilor la cîteva tipuri de clădiri din Timişoara

Ing. A. Gîdea*, conf. dr. ing. M. Păunescu, conf. ing. D. Guţescu, ing. I. Rosenauer, ing. T. Schein

Institutul politehnic Timişoara

Problema urmăririi tasărilor unor construcţii şi compararea rezultatelor măsurătorilor cu valorile tasărilor probabile, estimate prin calcul, a început să facă obiectul preocupărilor unui colectiv format din cadre didactice de la Facultatea de construcţii din Timişoara şi cadre tehnice de la D.S.A.P.C.-Banat, începînd din 1958.

În cadrul lucrării de faţă, alături de datele referitoare la construcţie, terenul de fundaţie şi soluţiile de fundare, se prezintă rezultatele urmăririi tasărilor pentru patru blocuri de locuinţe din Timişoara.

I. BLOCURILE TURN D_0 şi D_4 — ZONA TIPOGRAFILOR

În zona Tipografilor din Timişoara s-au executat cinci blocuri turn destinate locuinţelor (garsoniere), avînd subsol tehnic, parter şi zece etaje, înălţimea 29,15 m, iar dimensiunile în plan 15,05×18,30 m.

Structura de rezistenţă a clădirii este de tip fagure, unde atît sarcinile gravitaţionale, cît şi cele orizontale rezultate din vînt sau cutremur sînt preluate de ansamblul de diafragme verticale încărcate prin intermediul planşeelor, executarea acestora făcîndu-se prin glisare.

Fundaţiile constau din tălpi continue în trepte, de beton simplu, pe care reazemă diafragmele prin intermediul unui cuzinet continuu de beton armat. Cele două diafragme centrale de la coridor au fundaţia comună (fig. 1 şi 2). Suprafaţa fundaţiilor reprezintă circa 90% din suprafaţa construită.

Terenul de fundaţie prezintă stratificaţia redată în figurile 1 şi 2, fiind format din următoarele strate:

— La suprafaţă este prezentă o umplutură slab consolidată de pămînt argilos cu resturi de moloz şi cărămidă, cu grosime variabilă între 2,20 m (bloc D_0) şi 0,90—1,40 m (bloc D_4).

— Urmează un strat de argilă prăfoasă cu concreţiuni calcaroase şi zone feruginoase cu grosime variabilă de la 3,0 m (bloc D_0) la 5,0 m (bloc D_4).

Deşi de aceeaşi origine pe întreaga grosime, stratul prezintă la suprafaţă o crustă galben-cafenie, plastic-vîrtoasă, avînd o umiditate cu circa 50% mai mică decît limita de curgere, fapt care atrage atenţia asupra unei consolidări superioare celei normale (argilă precomprimată), datorită uscării sub efectul coborîrii nivelului apei subterane sau expunerii la aer pe durată scurtă.

În adîncime, sub nivelul actual al apei subterane, stratul are culoare cafeniu-cenuşie (absenţa oxidării) şi o consistenţă mai scăzută (plastic-consistent), dar cu o precomprimare ceva mai slabă, umiditatea fiind cu circa 30—40% mai mică decît limita de curgere.

Încercările de compresiune în edometru prin valorile relativ reduse ale modulului de compresibilitate, în medie de 75 kgf/cm², şi ale tasării specifice (la 2,0 kgf/cm²) de circa

Fig. 1 — Evoluţia tasărilor în timp pentru blocul D_2

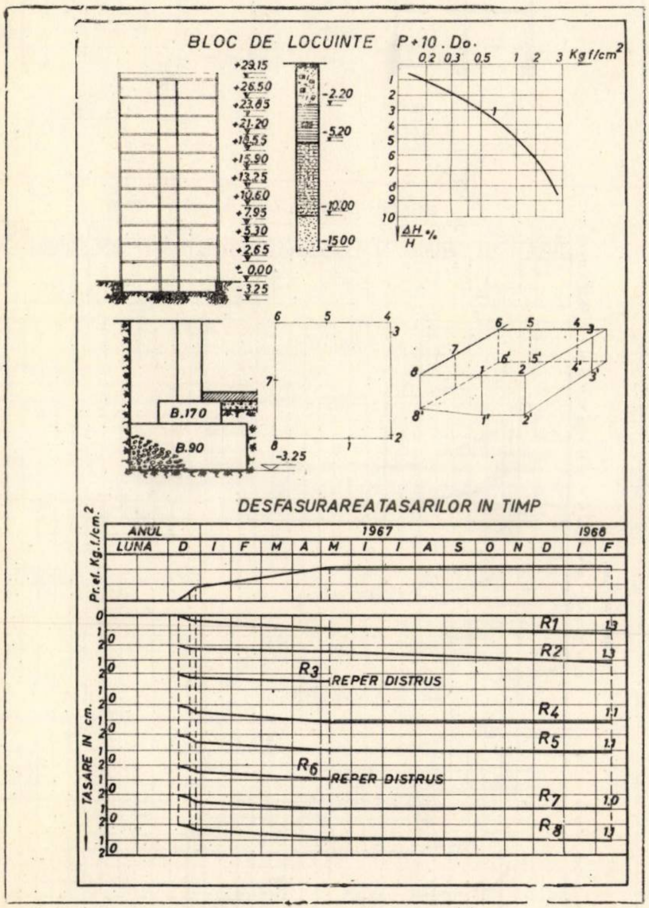
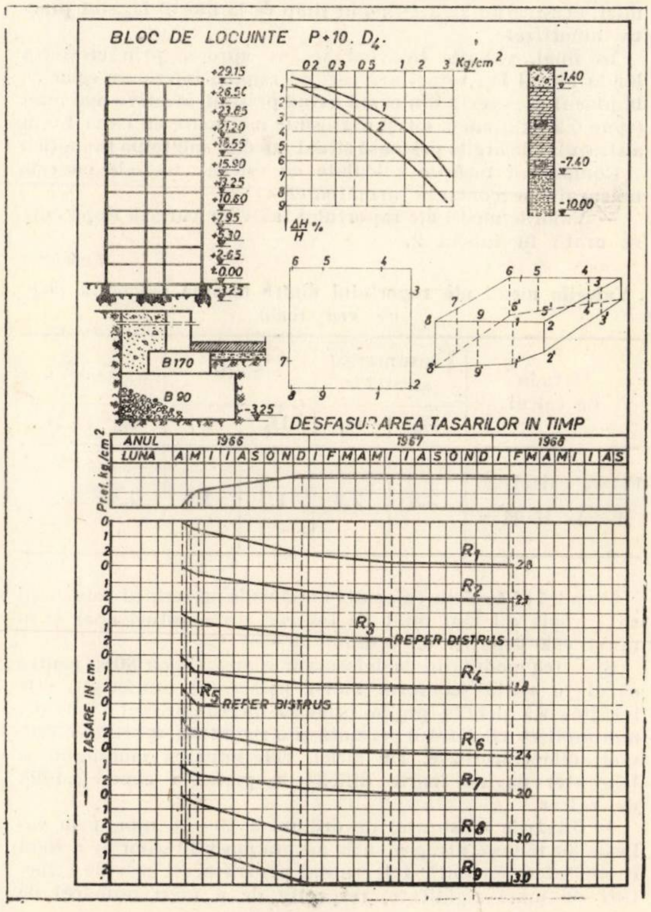


Fig. 2 — Evoluţia tasărilor în timp pentru blocul D_4



---

* Angajat la D.S.A.P.C.-Timişoara.

4,5 cm/m nu reflectă supraconsolidarea argilei prăfoase şi nici rigiditatea sporită de prezenţa concreţiunilor calcaroase.

— Între 6,0 şi 10,0 m apare un strat de nisip argilos cafeniu, saturat, de îndesare mijlocie $E_v = 90$ kgf/cm², după care, pînă la circa 15,0 m, urmează nisipul mijlociu-grăunţos cu urme de pietriş, îndesat.

Nivelul apei subterane a oscilat în perioada de cercetare între −2,45 m şi −2,90 m faţă de nivelul terenului natural.

Faţă de stratificaţia prezentată, pentru structura în cauză, din condiţia îndepărtării umpluturilor şi încastrării minime cu 0,30 m în crusta argiloasă, au rezultat adîncimi de fundare de 2,0—2,5 m faţă de terenul natural. Presiunile efective pe teren în cazul sarcinilor fundamentale ating valoarea de 2,20 kgf/cm² la blocul D_0 şi 2,40 kgf/cm² la blocul D_4.

Tasările probabile au fost estimate pentru fiecare bloc în parte, pentru fundaţii în fîşie încărcate diferenţiat (2,20, respectiv 2,40 kgf/cm²), ţinînd seamă de influenţa fîşiilor învecinate, distanţa dintre tălpi fiind cu mult mai mică decît dublul lăţimii acestora. S-au obţinut astfel datele cuprinse în tabela 1.

Tabela 1

Calculul tasărilor pentru blocurile D_0 şi D_4 prin diverse metode

Blocul	Metoda însumării stratelor elementare (mm)	Metoda SNiP $2B = I - 62$ (mm)	Metoda STAS 3300-66 (mm)
D_0	60—70	40—45	30—40
D_4	65—75	45—50	35—43

Măsurătorile efectuate timp de 1,4 ani pentru blocul D_0 şi 2 ani pentru blocul D_4 semnalează tasări reale cu valori între 11 şi 13 mm (bloc D_0), respectiv 20—30 mm (bloc D_4).

Alura diagramelor tasare-timp (fig. 1 şi 2) atrage atenţia, de altfel ca şi timpul mai scurt, că la blocul D_0, cu tasări mai mici, acestea nu s-au stins, în timp ce la blocul D_4 sînt practic amortizate.

În final, valorile tasărilor se vor apropia prin creşterea lor la blocul D_0, totuşi urmează să rămînă inferioare celor de la blocul D_4, acesta din urmă avînd presiuni efective mai mari (spor 0,20 kgf/cm²), cît şi o grosime mai mare cu circa 1,0 m a stratului de argilă prăfoasă situat imediat sub talpa fundaţiei.

Comparînd tasările calculate cu diferite metode cu cele măsurate se constată următoarele:

— Valorile medii ale raportului tasărilor variază după cum se arată în tabela 2.

Tabela 2

Valorile medii ale raportului dintre tasarea calculată faţă de cea reală

Metoda de calcul	Insumarea stratelor		SNiP		STAS	
	D_0	D_4	D_0	D_4	D_0	D_4
tasare calculată / tasare reală	2,6	2,8	1,7	1,9	1,4	1,5

Rezultă că tasările calculate după noile prescripţii româneşti se apropie cel mai mult de tasările reale, totuşi apar şi în acest caz depăşiri de ordinul 40—50 %.

Sporirea modulului de deformaţie edometric cu 80% pentru cazul în speţă (conform noilor prescripţii româneşti) este insuficientă pentru argila prăfoasă precomprimată, cu atît mai mult cu cît stratul prezintă şi o rigiditate sporită de concreţiunile calcaroase. De altfel, determinarea modulului în laborator devine foarte dificilă în prezenţa concreţiunilor de calcar.

— Tasările măsurate, de ordinul a 20—30 mm, prin valorile lor reduse, atrag atenţia asupra posibilităţilor de a spori capacitatea portantă a terenului pentru acest gen de structuri de mare rigiditate, respectiv de a mări numărul de niveluri.

Tasările diferenţiate mai mari, de ordinul a 10 mm pe diagonala blocului D_4, nu depăşesc limita de 50% din tasarea maximă, fiind absolut normale.

II. BLOCUL DE LOCUINŢE E_4 DIN ZONA CIRCUMVALAŢIUNII

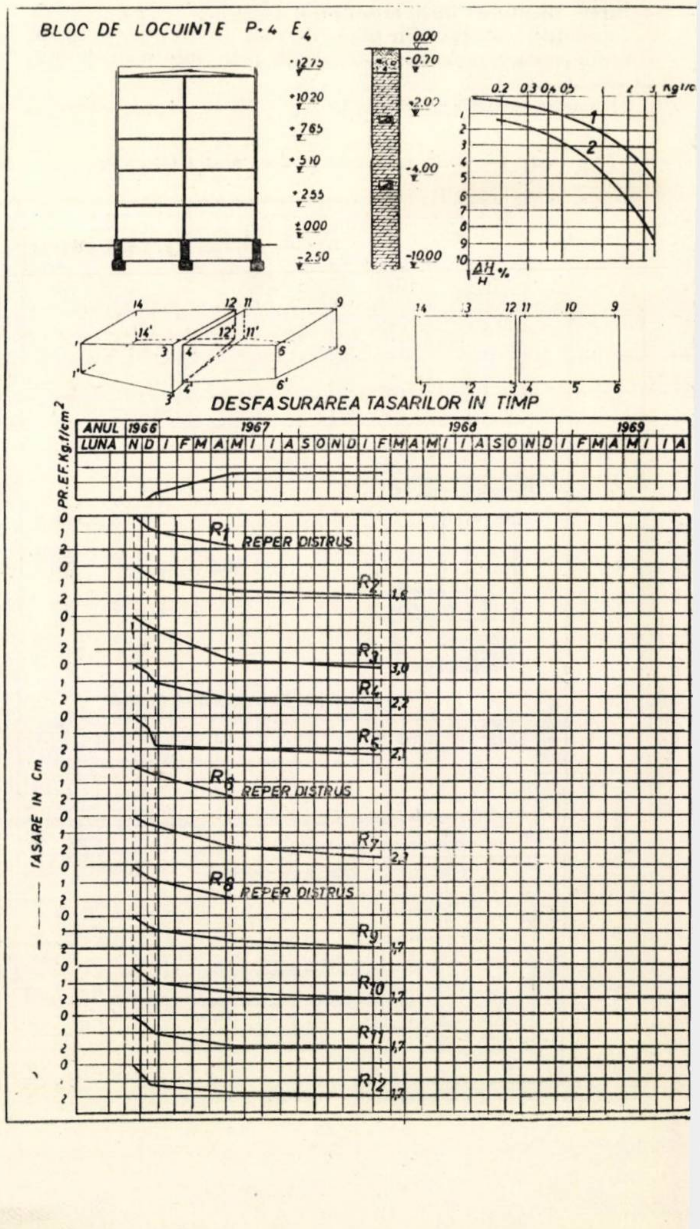
În zona Circumvalaţiunii din Timişoara s-au executat un număr mare de blocuri p + 4 niveluri din panouri mari prefabricate, cu subsol tehnic general (proiect 1168/64 I.P.C.T.).

Blocul E_4 constă din două tronsoane separate printr-un rost de dilatare-tasare. Infrastructura (subsolul) este alcătuită din fundaţii continue şi pereţi de beton simplu monolit, iar planşeul peste subsol este din beton armat monolit.

Suprastructura constă în întregime din panouri mari, pereţi portanţi transversali şi longitudinali şi planşee rezemate pe contur. După monolitizare, structura prezintă o rigiditate spaţială mare, fiind alcătuită din cutii închise nedeformabile, asamblate între ele şi legate continuu pe toate laturile.

Terenul de fundaţie este format la suprafaţă dintr-o umplutură sau pămînt vegetal în grosime pînă la 0,70 m, după care urmează argila prăfoasă cu concreţiuni calcaroase, galben-cafenie, spre bază cenuşie, groasă de circa 10 m. Argila prăfoasă este şi în acest caz supraconsolidată similar cu cea din zona Tipografilor, deosebirea constînd doar în consistenţa ceva mai scăzută a materialului, $I_c = 0,6—0,7$,

Fig. 3 — Evoluţia tasărilor în timp pentru blocul E_4



pe întreaga grosime a stratului, ca urmare a nivelului mult mai ridicat al apei subterane în zona Circumvalaţiunii (cartier Mehala), pînă la circa 0,80 m de la suprafaţa terenului natural de pe amplasamentul blocului.

Modulii de deformaţie edometrici, prin valorile medii de 65 kgf/cm² şi tasările specifice sub presiunea de 2,0 kgf/cm² egale cu 5,0 cm/m, nu reflectă nici în acest caz supraconsolidarea materialului.

Modulul de deformaţie a fost determinat şi cu ajutorul numărului de lovituri (N/10 cm) [1] obţinut cu ajutorul penetrometrului dinamic mijlociu, utilizînd valoarea medie N/10 cm pe zona activă a fundaţiei.

Rezistenţa dinamică medie pe con obţinută din formula olandeză de batere, fără coeficient de siguranţă, s-a găsit $Q = 40$ kgf/cm² pentru $N_{mediu} = 11$ lov./10 cm [2].

Aplicînd corelaţia stabilită de Buisson [3], între rezistenţa dinamică Q şi cea statică pe con (S) se obţine rezistenţa statică :

$$S = 0{,}75 \times Q = 30 \text{ kgf/cm}^2.$$

Din relaţia de calcul a tasării (Terzaghi-Buisman) rezultă valoarea modulului de deformaţie :

$$E_v = \alpha \cdot S.$$

După Sanglerat [2], considerînd $\alpha = 2-5$ pentru argile la care $S = 15-30$ kgf/cm² rezultă : $E_v = 60-150$ kgf/cm², de unde valoarea medie $E_v = 105$ kgf/cm².

După Pavez—Bachelier [4] :

$$E_v = 2{,}3 \frac{S}{\alpha_0} \text{ unde } \alpha_0 = 0{,}3-1{,}0 \text{ pentru argile}$$

rezultă $E_v = 70-230$ kgf/cm², iar valoarea medie

$$E_v = 150 \text{ kgf/cm}^2.$$

Fundarea blocului E_4 s-a făcut la adîncimea de 1,0—1,3 m faţă de terenul natural, cu o presiune efectivă pe teren de 2,0 kgf/cm².

Tasările estimate cu ajutorul a diferite metode au fost centralizate în tabela 3.

Tabela 3

Tasări calculate prin diverse metode pentru blocul E_4

Metoda	Tasare (mm)
Însumare strate elementare	40—50
S N iP	25—35
Terzaghi-Buisman	25—30
STAS 3300-66	25—30

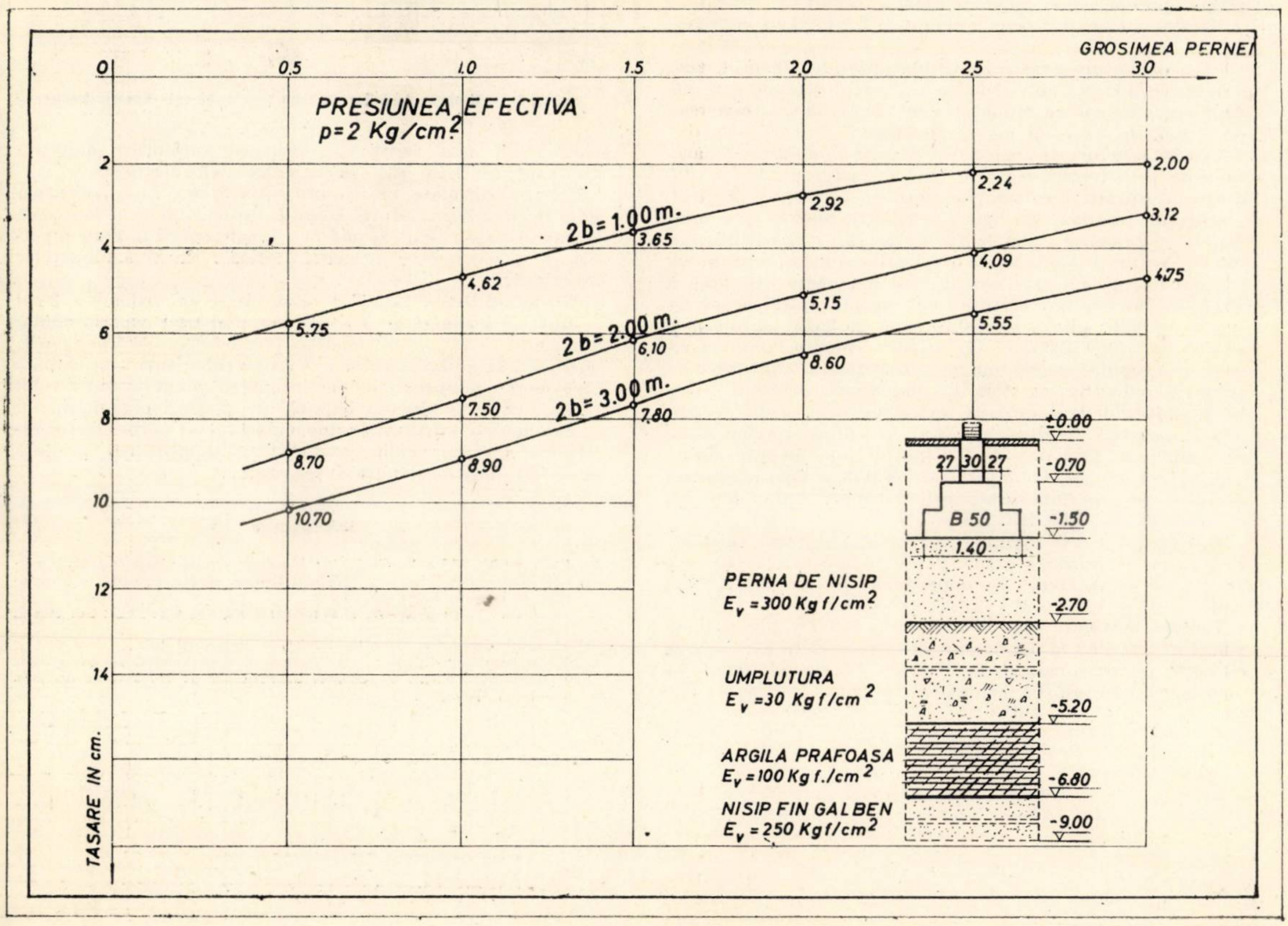
Tasările măsurate într-un interval de 1,4 ani au fost găsite variabile de la 17 la 23 mm (fig. 3).

De data aceasta, în afară de metoda însumării stratelor elementare la care s-au folosit modulii edometrici, celelalte metode duc la un ecart redus (0—1,75) al tasărilor calculate faţă de cele măsurate. Se precizează însă, conform alurii diagramelor tasare-timp, că nu s-a produs încă stingerea completă a tasărilor, deşi nu mai sînt de aşteptat creşteri simţitoare.

Uniformitatea apreciabilă a tasărilor infirmă necesitatea transformării rostului de dilataţie dintre cele două tronsoane în rost de tasare.

Se constată totodată că valorile modulului obţinute cu ajutorul penetrării dinamice sînt mult mai apropiate de rea-

Fig. 4 — Variaţia tasărilor calculate în funcţie de lăţimea pernei



litate, avînd avantajul că se pot determina din încercări directe mult mai uşor de executat şi mai economice decît încercările de probă cu plăci.

Problema esenţială în acest caz constă în precizarea coeficienţilor α respectiv α_0 prin studii statistice localizate pe regiuni cu pămînturi similare.

Se aminteşte că presiunea admisă determinată cu ajutorul încercării de penetrare dinamică [1] s-a găsit:

$$p_a = \frac{Q}{20} = \frac{40}{20} = 2{,}0\ \text{kgf/cm}^2.$$

Valorile mici ale tasărilor măsurate, cît şi uniformitatea accentuată permit şi în acest caz sporirea presiunilor pe teren peste 2,0 kgf/cm^2.

III. BLOCUL DE LOCUINŢE DIN STR. ENESCU-BREDICEANU

Blocul la care se referă lucrarea cuprinde parter plus patru niveluri, avînd o înălţime de 14,70 m. Structura de rezistenţă este formată din zidărie portantă executată pentru pereţii exteriori din cărămidă eficientă de 30 cm grosime, iar pentru pereţii interiori cu grosimea de 25 cm.

Planşeele şi acoperişul de tip terasă sînt realizate din fîşii prefabricate.

Stratificaţia amplasamentului de faţă este formată la partea superioară dintr-o umplutură de pămînt cu fragmente de cărămidă specifică şanţurilor cetăţii Timişoara, groasă de circa 5,20 m, după care, pînă la adîncimea de 6,80 m, urmează un strat de argilă prăfoasă, cafenie-galbenă, plastic-consistent-vîrtoasă. Acest ultim strat prezintă un modul de compresibilitate edometric de 56 kgf/cm^2 şi o tasare specifică de 6,2 cm/m.

Între 6,80—9,00 m urmează un strat de nisip fin, galben, saturat cu apă, care spre bază prezintă fragmente mai mari, nisipul prezentînd o îndesare medie.

Nivelul apelor subterane a apărut la 5,2 m şi s-a stabilizat la 4,6 m.

Faţă de grosimea mare a umpluturilor, din considerente economice, s-a ales un sistem de fundare pe o pernă generală de nisip de groapă cu fundaţii în fîşii de beton simplu la cota de —1,25 m faţă de nivelul terenului.

Grosimea pernei de nisip a fost de 1,20 m, aceasta compactîndu-se prin treceri repetate cu un tractor pe pneuri. Cu ocazia verificării îndesării s-a găsit $\gamma_u = 1{,}68-1{,}75$ t/m^3.

Calculul tasărilor s-a făcut admiţînd repartizarea eforturilor în adîncime după teoria bistratului (teren constituit din două strate). Modulul de deformaţie al stratului superior (nisipul din pernă) este considerabil mai mare decît cel al stratului inferior (umplutura din şanţul cetăţii, respectiv argila prăfoasă plastic-consistentă de la baza şanţului), şi anume 250—300 kgf/cm^2. Ca urmare, compresibilitatea redusă a nisipului contribuie la concentrarea eforturilor în pernă şi reducerea acestora în umplutură. Aplicînd teoria lui Pokrovschi (transmiterea oscilaţiilor prin medii de rigiditate, respectiv densitate diferită), se obţine, plecînd de la o presiune efectivă de 1,8—2,0 kg/cm^2 sub fundaţie, de lăţime 0,8—1,5 m, pentru o pernă de nisip de groapă în grosime de 1,2 m, pe suprafaţa de separaţie între pernă şi umplutură, o presiune de 0,8—1,0 kg/cm^2.

În figura 4 a fost reprezentată variaţia tasărilor calculate în funcţie de grosimea pernei pentru o fundaţie cu lăţimea $2b = 1-3$ m încărcată cu o presiune efectivă de 2,0 kg/cm^2.

Tasările măsurate (fig. 5) după circa 2 ani şi jumătate au valori de 3,0 pînă la 6,0 cm, cu precizarea că în perioada de execuţie s-a consumat circa 70—75% din tasarea finală. Se menţionează că tasările nu sînt practic stinse, deşi în cea mai mare parte s-au consumat, deoarece umplutura argiloasă din şanţ continuă să dea oarecare deformaţii.

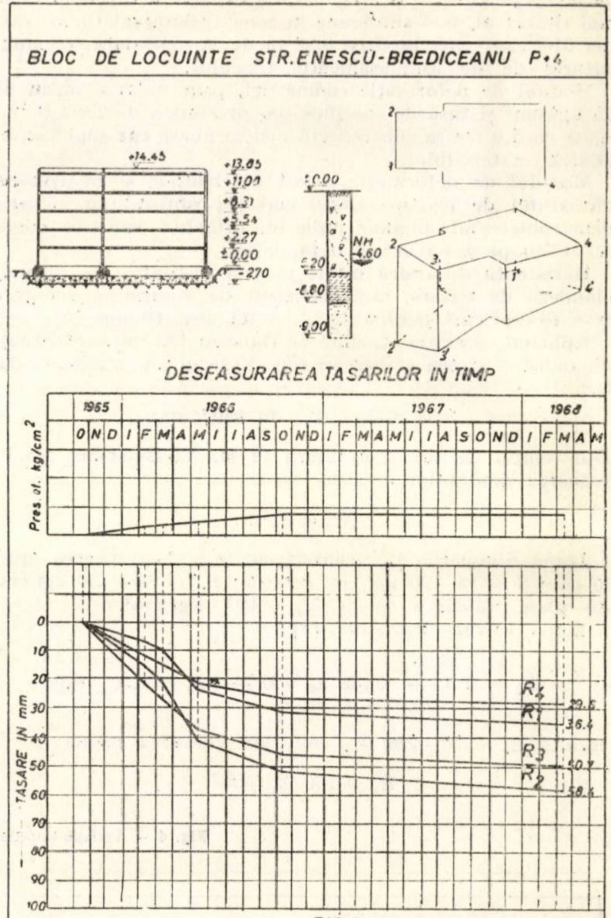


FIG. 5

Fig. 5 — Evoluţia tasărilor în timp pentru blocul Enescu-Brediceanu

Tasările calculate sînt de ordinul a 5 cm, valori ceva mai mici decît cele măsurate, situaţie explicabilă prin faptul că în calcul nu s-a ţinut seamă de efectul cedării laterale a pernei şi de o oarecare influenţă (totuşi redusă) a fundaţiilor învecinate.

Neuniformitatea tasărilor măsurate — de ordinul a 2 cm — duce la înclinări de $1{,}2\,^0/_{00}$, depăşind uşor valorile limită admise ($0{,}7-1\,^0/_{00}$) fără apariţia vreunei degradări în zidurile portante. Rigiditatea mare a blocului (bloc turn) nu permite încovoierea zidurilor, ci doar înclinarea generală către zidul cetăţii, unde umplutura în şanţ are grosimi mai mari.

Totodată se manifestă rolul important al pernei în uniformizarea tasărilor chiar atunci cînd umpluturile prezintă neuniformităţi în structură şi grosime.

Bibliografie

[1] Păunescu M., Gîdea A., Gruia A.: *Metoda penetrării dinamice şi unele aplicaţii în cercetarea terenului de fundaţie.* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 8, 1966.
[2] Sanglerat: *La penetrometrie et la reconnaissance des sols.* Paris, Ed. Dunod, 1965.
[3] Buisson: *Conference.* Annalles I.T.B.T.P. mars-avril 1952.
[4] Pavez-Bachelier: *Contribution a l'étude de la compressibilité des sols a l'aide du pénétrometre a cône.* 6e Congres international de mecaniques des sols, Montreal, 1965.

Încercarea unui element de beton armat prin metoda de duritate superficială

Ing. M. Gîrleşteanu

Încercările au fost efectuate asupra unui element de beton armat prefabricat cu secţiunea în dublu *T*, elementul avînd lungimea de 29 m.

S-a folosit sclerometrul cu recul tip Schmidt şi sclerometrul cu amprentă tip H.P.S.

Încercarea cu cele două sclerometre s-a efectuat aplicînd din doi în doi metri, de-a lungul elementului, cîte 10 lovituri în talpa superioară, 10 lovituri în inimă şi 10 lovituri în talpa inferioară a grinzii, cu ambele sclerometre.

Rezultatele încercărilor sînt arătate în tabela 1 şi figura 1 pentru talpa superioară, tabela 2 şi figura 2 pentru inimă, tabela 3 şi figura 3 pentru talpa inferioară.

Pe baza datelor de mai sus s-a determinat coeficientul de variaţie a valorilor rezistenţelor C_v după cum urmează:

1. *Pentrul elementul de beton armat — talpa superioară.*

a) Încercarea cu sclerometrul Schmidt:

$$\text{Media aritmetică } \overline{x} = \frac{\sum\limits_{1}^{n} x_i}{n} = \frac{62\,550}{137} = 456{,}56 \cong 457.$$

Coeficientul de variaţie a valorilor rezistenţelor C_v calculat pe baza relaţiei:

$$C_v = \frac{S}{\overline{x}} = \frac{75.1}{457} = 0{,}164$$

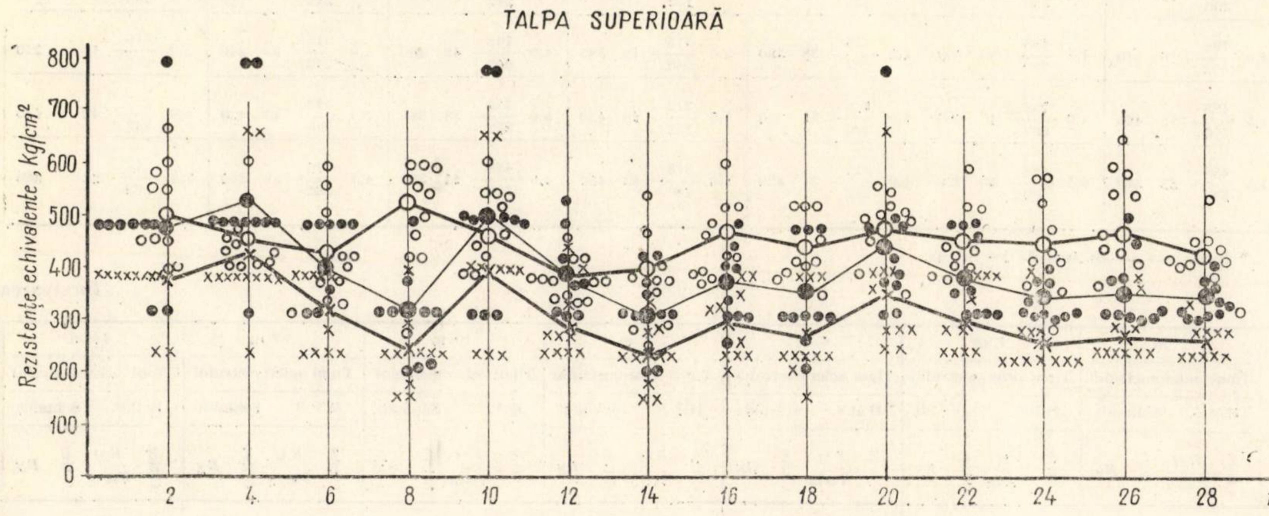
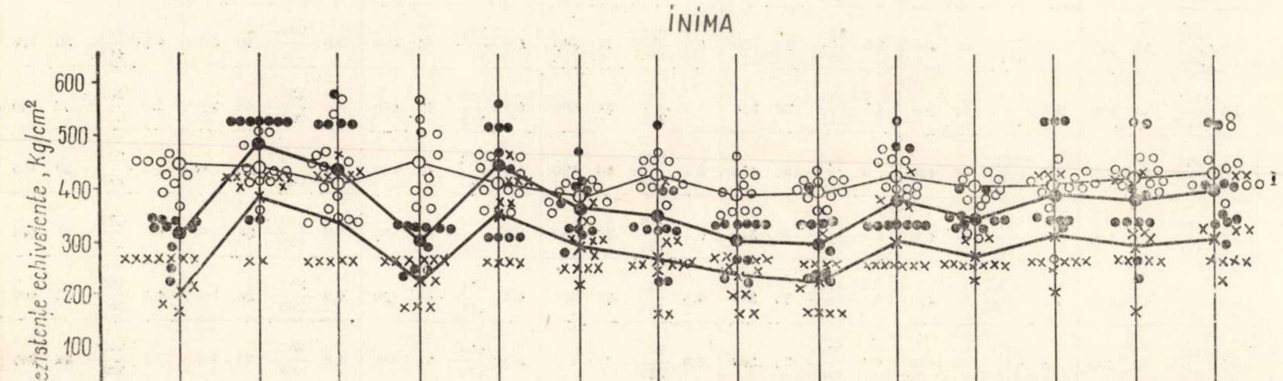


Fig. 1 — Variaţia rezistenţelor echivalente pentru talpa superioară a grinzii

● —— ● R_M -rezistenţa medie kg/cm² – sclerometrul H.P.S.; x —— x R_{min} -rezistenţa minimă kg/cm² – sclerometrul H.P.S.; 0 —— 0 R_S – rezistenţa medie kg/cm² – sclerometrul Schmidt

Fig. 2 — Variaţia rezistenţelor echivalente pentru inima grinzii

● —— ● R_M – rezistenţa medie kg/cm² – sclerometrul H.P.S.; x —— x R_{min} – rezistenţa minimă kg/cm² – sclerometrul H.P.S.; 0 —— 0 R_S – rezistenţa medie kg/cm² – sclerometrul Schmidt



Încercarea grinzii —

Nr. crt.	2 m				4 m				6 m				8 m				10 m				12 m				14 m			
	Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului			
	H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt	
	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S
1	5,0	$\frac{315}{242}$	42	460	4,0	$\frac{798}{662}$	40	420	4,5	$\frac{488}{390}$	47	560	5,2	$\frac{268}{201}$	40	420	4,5	$\frac{488}{390}$	46	540	4,4	$\frac{536}{432}$	40	420	5,5	$\frac{212}{152}$	30**	**
2	4,5	$\frac{488}{390}$	42	460	4,5	$\frac{488}{390}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	48	580	5,0	$\frac{315}{242}$	47	560	4,5	$\frac{488}{390}$	38	380	4,5	$\frac{488}{390}$	38	380	5,0	$\frac{315}{242}$	32	280
3	4,5	$\frac{488}{390}$	44	500	5,0	$\frac{315}{242}$	41	440	4,5	$\frac{488}{390}$	44	500	5,0	$\frac{315}{242}$	46	540	4,5	$\frac{488}{390}$	50	600	4,8	$\frac{373}{283}$	38	380	5,5	$\frac{212}{152}$	38	380
4	4,5	$\frac{488}{390}$	50	600	4,5	$\frac{488}{390}$	39	400	5,0	$\frac{315}{242}$	37	360	4,5	$\frac{488}{390}$	46	540	4,0	$\frac{798}{662}$	46	540	4,7	$\frac{408}{322}$	36	350	5,0	$\frac{315}{242}$	55**	700**
5	5,0	$\frac{315}{242}$	48	580	4,5	$\frac{488}{390}$	43	480	4,5	$\frac{488}{390}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	44	500	4,5	$\frac{488}{390}$	46	540	5,0	$\frac{315}{242}$	35	340	4,7	$\frac{408}{322}$	38	380
6	4,5	$\frac{488}{390}$	38	380	4,5	$\frac{488}{390}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	39	400	5,0	$\frac{315}{242}$	48	580	5,0	$\frac{315}{242}$	38	380	4,8	$\frac{373}{283}$	42	460	4,9	$\frac{343}{266}$	42	460
7	4,5	$\frac{488}{390}$	46	540	4,5	$\frac{488}{390}$	41	440	4,5	$\frac{488}{390}$	40	420	5,5	$\frac{212}{152}$	48	580	5,0	$\frac{315}{242}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	38	380	4,8	$\frac{373}{283}$	37	360
8	4,0	$\frac{798}{662}$	46	540	4,5	$\frac{488}{390}$	50	600	4,8	$\frac{373}{283}$	38	380	5,0	$\frac{315}{242}$	48	580	4,0	$\frac{798}{662}$	42	460	5,0	$\frac{315}{242}$	35	340	5,0	$\frac{315}{242}$	46	540
9	4,5	$\frac{488}{390}$	42	460	4,0	$\frac{798}{662}$	42	460	4,5	$\frac{488}{390}$	34	320	5,5	$\frac{212}{152}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	38	380	4,9	$\frac{343}{266}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	40	420
10	4,5	$\frac{488}{390}$	38	380	4,5	$\frac{488}{390}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	34	320	4,8	$\frac{373}{283}$	42	460	4,5	$\frac{488}{390}$	44	500	4,8	$\frac{373}{382}$	38	380	5,3	$\frac{247}{182}$	38	380

* Încercarea s-a efectuat de jos în sus.

Încercarea

Nr. crt.	2 m				4 m				6 m				8 m				10 m				12 m				14 m			
	Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului			
	H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt	
	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S
1	5,0	$\frac{332}{255}$	40	420	4,5	$\frac{514}{411}$	42	460	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	36	350	5,0	$\frac{332}{255}$	42	460	5,0	$\frac{332}{255}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	40	420
2	5,2	$\frac{282}{212}$	42	460	4,5	$\frac{514}{411}$	36	350	5,0	$\frac{332}{255}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	4,6	$\frac{469}{373}$	40	420	4,6	$\frac{469}{373}$	39	400	5,0	$\frac{332}{255}$	41	440
3	5,5	$\frac{222}{160}$	50	600	4,5	$\frac{514}{411}$	40	420	4,5	$\frac{514}{411}$	42	460	5,0	$\frac{332}{255}$	45	520	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	4,8	$\frac{393}{308}$	35	340	5,5	$\frac{223}{160}$	39	400
4	5,0	$\frac{332}{255}$	40	420	4,0	$\frac{840^*}{697}$	44	500	5,0	$\frac{332}{255}$	47	560	5,0	$\frac{332}{255}$	47	560	4,5	$\frac{514}{411}$	36	350	5,2	$\frac{282}{212}$	35	340	5,5	$\frac{223}{160}$	41	440
5	5,0	$\frac{332}{255}$	36	350	4,5	$\frac{514}{411}$	39	400	5,0	$\frac{332}{255}$	45	520	5,0	$\frac{332}{255}$	44	500	4,5	$\frac{514}{411}$	36	350	5,0	$\frac{332}{255}$	40	420	4,5	$\frac{514}{411}$	40	420
6	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	4,5	$\frac{514}{411}$	44	500	4,5	$\frac{514}{411}$	36	350	5,2	$\frac{282}{212}$	44	500	4,5	$\frac{514}{411}$	42	460	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	37	360
7	5,0	$\frac{332}{255}$	41	440	5,0	$\frac{332}{255}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,5	$\frac{223}{160}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	42	460	4,8	$\frac{393}{308}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400
8	5,4	$\frac{240}{175}$	41	440	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	4,5	$\frac{514}{411}$	35	340	5,5	$\frac{223}{160}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	41	440
9	5,0	$\frac{332}{255}$	41	440	4,5	$\frac{514}{411}$	41	440	4,5	$\frac{514}{411}$	36	350	5,5	$\frac{223}{160}$	37	360	4,4	$\frac{564}{455}$	40	420	4,9	$\frac{361}{280}$	38	380	4,8	$\frac{393}{308}$	42	460
10	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	4,5	$\frac{514}{411}$	40	420	4,4	$\frac{564}{455}$	35	340	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	4,6	$\frac{469}{373}$	38	380	4,8	$\frac{393}{308}$	36	350	4.8	$\frac{393}{308}$	39	400

* Rezistențe eliminate din cauza dispersiei mari.

talpa superioară

Tabela 1

16 m				18 m				20 m				22 m				24 m				26 m				28 m			
Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului			
H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt		H.P.S.*		Schmidt	
Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Ctire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S
4,7	$\frac{408}{322}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	42	460	4,5	$\frac{488}{390}$	45	520	5,0	$\frac{315}{242}$	49	590	5,0	$\frac{315}{242}$	42	460	5,0	$\frac{315}{242}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	40	420
4,6	$\frac{446}{354}$	42	460	5,5	$\frac{212}{152}$	36	350	5,0	$\frac{315}{242}$	37	360	5,0	$\frac{315}{242}$	52*	640*	5,0	$\frac{315}{242}$	41	440	5,0	$\frac{315}{242}$	45	520	5,0	$\frac{315}{242}$	40	420
4,5	$\frac{488}{390}$	48	580	4,5	$\frac{488}{390}$	45	520	4,8	$\frac{373}{283}$	42	460	5,0	$\frac{315}{242}$	48	500	5,0	$\frac{315}{242}$	39	400	4,8	$\frac{373}{283}$	40	420	4,8	$\frac{373}{283}$	34	320
4,5	$\frac{488}{390}$	38	380	5,0	$\frac{315}{242}$	38	380	5,0	$\frac{315}{242}$	38	380	4,5	$\frac{488}{390}$	45	440	4,5	$\frac{488}{390}$	35	340	4,6	$\frac{446}{354}$	42	460	4,8	$\frac{373}{283}$	40	420
5,0	$\frac{315}{242}$	50	600	4,5	$\frac{488}{390}$	45	520	4,5	$\frac{488}{390}$	46	540	4,6	$\frac{446}{354}$	43	400	5,0	$\frac{315}{242}$	35	340	4,5	$\frac{488}{390}$	40	420	4,7	$\frac{408}{322}$	42	460
4,7	$\frac{408}{322}$	38	380	5,0	$\frac{315}{242}$	45	520	4,8	$\frac{373}{283}$	47	560	4,8	$\frac{373}{283}$	46	460	4,8	$\frac{373}{283}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	40	420	5,0	$\frac{315}{242}$	42	460
5,0	$\frac{315}{242}$	45	520	5,0	$\frac{315}{242}$	40	420	4,0	$\frac{798}{662}$	43	480	4,5	$\frac{488}{390}$	45	440	4,8	$\frac{373}{283}$	48	580	5,0	$\frac{315}{242}$	42	460	5,0	$\frac{315}{242}$	40	420
5,0	$\frac{315}{242}$	45	520	5,0	$\frac{315}{242}$	42	460	4,8	$\frac{373}{283}$	44	500	4,5	$\frac{488}{390}$	42	380	5,0	$\frac{315}{242}$	45	520	5,0	$\frac{315}{242}$	44	500	5,0	$\frac{315}{242}$	41	440
4,9	$\frac{343}{266}$	40	420	5,2	$\frac{268}{201}$	40	420	4,5	$\frac{488}{390}$	43	480	5,0	$\frac{315}{242}$	42	380	5,0	$\frac{315}{242}$	48	580	5,0	$\frac{315}{242}$	45	520	4,9	$\frac{343}{266}$	38	380
5.2	$\frac{268}{201}$	38	380	4,5	$\frac{488}{390}$	38	380	4,6	$\frac{446}{354}$	44	500	4,8	$\frac{373}{283}$	43	400	4,9	$\frac{343}{266}$	40	420	4,8	$\frac{373}{283}$	45	520	4,9	$\frac{343}{266}$	46	540

** Rezistenţe eliminate din cauza dispersiei mari.

grinzii — inima

Tabela 2

16 m				18 m				20 m				22 m				24 m				26 m				28 m			
Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipnl sclerometrului				Tipul sclerometrului			
H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt	
Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S
5,0	$\frac{332}{255}$	36	350	5,5	$\frac{223}{160}$	39	400	5,0	$\frac{332}{255}$	41	440	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,5*	$\frac{223}{160}$	38	380	5,5	$\frac{223}{160}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	37	360
5,3	$\frac{260}{192}$	36	350	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	5,0	$\frac{332}{255}$	41	440	5,0	$\frac{332}{255}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,3	$\frac{260}{192}$	39	400	5,2	$\frac{282}{212}$	40	420
5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	4,8	$\frac{393}{308}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	5,0	$\frac{332}{255}$	37	360	4,5	$\frac{514}{411}$	39	400	5,0	$\frac{332}{255}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	41	440
5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	4,8	$\frac{393}{308}$	38	380	5,3	$\frac{260}{192}$	37	360	5,0	$\frac{332}{255}$	41	440	4,8	$\frac{393}{308}$	44	500
5,0	$\frac{332}{255}$	36	350	5,0	$\frac{332}{255}$	36	350	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	4,8	$\frac{393}{308}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	4,8	$\frac{393}{308}$	39	400	4,5	$\frac{514}{411}$	38	380
5,0	$\frac{332}{255}$	35	340	5,5	$\frac{223}{160}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	4,8	$\frac{393}{308}$	41	440	4,5	$\frac{514}{511}$	45	520
5,5	$\frac{223}{160}$	42	460	5,5	$\frac{223}{160}$	39	400	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	5,0	$\frac{332}{255}$	41	440	5,0	$\frac{332}{255}$	32*	–	4,8	$\frac{393}{308}$	38	380
5,0	$\frac{332}{255}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	36	350	4,6	$\frac{469}{373}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	4,5	$\frac{514}{411}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	38	380	5,0	$\frac{332}{255}$	35	340
5,5	$\frac{223}{160}$	40	420	5,2	$\frac{282}{212}$	38	380	4,6	$\frac{469}{373}$	41	440	5,2	$\frac{282}{212}$	39	400	4,5	$\frac{514}{411}$	38	380	4,5	$\frac{514}{411}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	30*	*
5,3	$\frac{260}{192}$	38	380	5,5	$\frac{223}{160}$	39	400	4,5	$\frac{514}{411}$	42	460	5,0	$\frac{332}{255}$	40	420	5,0	$\frac{332}{255}$	39	400	4,5	$\frac{514}{511}$	38	380	4,8	$\frac{393}{308}$	38	380

Tabela 3

Încercarea grinzii — talpa inferioară

Nr. crt.	2 m				4 m				6 m				8 m				10 m				12 m				14 m			
	Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului			
	H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt	
	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S
1	4,5	514/411	37	360	4,5	514/411	51	620	5,0	332/255	43	480	5,5	223/160	38	380	4,5	514/411	44	500	5,5	223/160	40	420	5,0	332/255	40	420
2	4,5	514/411	35	340	5,0	332/255	34	480	4,5	514/411	37	360	5,0	332/255	44	500	5,0	332/255	44	500	5,0	332/255	37	360	5,0	332/255	42	460
3	4,5	514/411	52	640	4,5	514/411	41	440	5,0	332/255	44	500	5,0	332/255	43	480	4,8	393/308	44	500	5,0	332/255	40	420	5,0	332/255	40	420
4	4,0	840*/697	50	600	5,0	332/255	39	400	4,5	514/411	48	580	4,5	514/411	44	500	4,4	564/455	46	540	5,0	332/255	37	360	5,0	332/255	44	500
5	5,0	332/255	40	420	4,7	429/339	52	640	5,0	332/255	48	580	5,0	332/255	46	540	5,0	332/255	44	500	5,2	282/212	38	380	4,9	361/280	39	400
6	4,5	514/411	35	340	4,5	514/411	51	620	4,5	514/411	41	440	5,0	332/255	46	540	4,4	564/455	46	540	5,2	282/212	40	420	5,2	282/212	49	590
7	4,0	840/697	42	460	5,0	332/255	51	620	5,0	332/255	50	600	4,5	514/411	50	600	5,0	332/255	44	500	4,6	469/373	42	460	5,5	223/160	52	640
8	5,0	332/255	43	480	4,5	514/411	50	600	5,5	223/160	50	600	5,0	332/255	49	590	5,0	332/255	45	520	5,0	332/255	38	380	5,0	332/255	48	580
9	5,0	332/255	42	460	5,0	332/255	50	600	5,5	223/160	50	600	4,5	514/411	50	600	5,0	332/255	48	580	5,3	260/192	50*	600*	5,4	240/175	41	440
10	4,5	514/411	40	420	5,0	332/255	52	640	4,6	469/373	42	460	4,5	514/411	50	600	4,6	469/373	44	500	5,1	305/232	38	380	5,0	332/255	40	420

Tabela 3 continuare

16 m				18 m				20 m				22 m				24 m				26 m				28 m			
Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului				Tipul sclerometrului			
H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt	
Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S	Citire	R_M/R_{min}	Citire	R_S
5,4	240/175	50	600	5,5	223/160	48	580	4,8	393/308	41	440	5,5	223/160	49	590	5,0	332/255	42	460	5,0	332/255	33	300	5,0	332/255	38	380
5,0	332/255	45	520	5,0	332/255	51	620	4,5	514/411	42	460	5,0	332/255	50	600	5,0	332/255	40	420	5,0	332/255	41	440	5,5	223/160	50	600
5,2	282/212	35	340	5,0	332/255	50	600	5,0	332/255	44	500	5,0	332/255	51	620	5,0	332/255	39	400	5,0	332/255	36	350	5,2	282/212	50	600
5,0	332/255	42	460	5,2	282/212	50	600	4,8	393/308	47	560	4,5	514/411	48	580	4,8	393/308	39	400	5,0	332/255	41	440	4,8	393/308	52	640
5,0	332/255	45	520	5,5	223/160	44	500	4,8	393/308	50	600	4,5	514/411	48	580	5,0	332/255	42	460	4,8	393/308	38	380	5,0	332/255	50	600
5,0	332/255	38	380	4,8	393/308	44	500	4,6	469/373	49	590	4,5	514/411	53	660	4,5	514/411	39	400	4,8	393/308	50	600	5,0	332/255	50	600
5,2	282/212	45	520	5,0	332/255	52	640	5,0	332/255	49	590	4,8	393/308	50	600	5,0	332/255	42	460	4,6	469/373	39	400	5,0	332/255	50	600
5,2	282/212	40	420	5,5	223/160	50	600	5,0	332/255	40	420	4,5	514/411	50	600	5,5	223/160	40	420	5,0	332/255	34	320	5,0	332/255	52	640
5,0	332/255	44	500	5,2	282/212	49	590	4,8	393/308	44	500	5,0	332/255	51	620	5,0	332/255	42	460	5,0	332/255	39	400	5,0	332/255	45	520
4,8	393/308	44	500	5,0	332/255	49	590	4,9	361/280	42	460	5,0	332/255	50	600	5,0	332/255	41	440	4,8	393/308	50	600	4,5	514/411	40	420

* Rezistențe eliminate din cauza dispersiei mari.

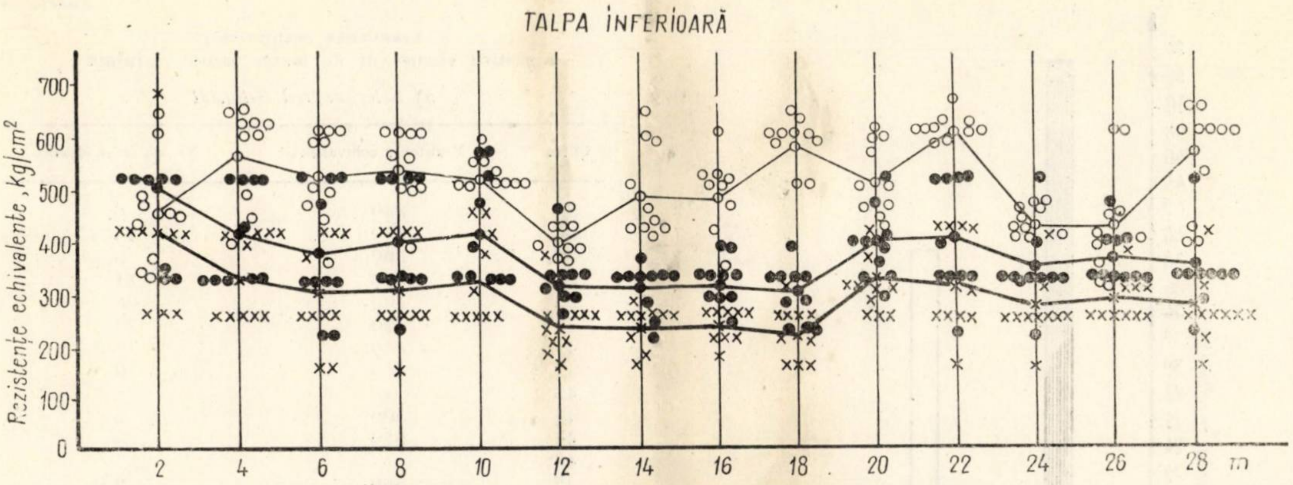


Fig. 3 – Variația rezistențelor echivalente pentru talpa inferioară a grinzii

● —— ● R_M – rezistența medie kg/cm² – sclerometrul H.P.S.; x —— x R_{min} – rezistența minimă kg/cm² – sclerometrul H.P.S.
0 —— 0 R_S – rezistența medie kg/cm² – sclerometrul Schmidt

Tabela 4

Frecvența rezultatelor pentru elementul de beton armat – talpa superioară

a) *Sclerometrul Schmidt*

Citire	Rezistențe echivalente	Nr. de citiri identice
32	280	1
33	—	—
34	320	3
35	340	4
36	350	2
37	360	3
38	380	20
39	400	4
40	420	25
41	440	4
42	460	19
43	480	5
44	500	7
45	520	12
46	540	11
47	560	3
48	580	9
49	590	1
50	600	4

b) *Sclerometrul H.P.S.*

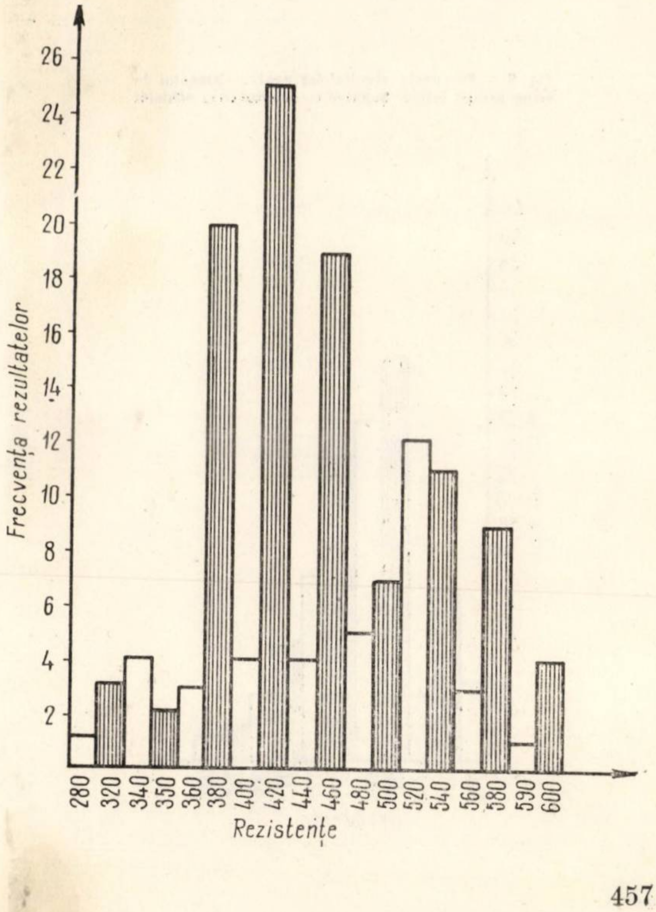
Citire	Rezistențe echivalente	Nr. de citiri identice
5,5	212	5
5,4	—	—
5,3	247	1
5,2	268	3
5,1	—	—
5,0	315	53
4,9	343	6
4,8	373	16
4,7	408	6
4,6	446	4
4,5	488	39
4,4	536	1
4,3	—	—
4,2	—	—
4,1	—	—
4,0	798	6

unde S este abaterea medie pătratică a valorilor rezistențelor și se calculează pe baza relației:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{767\,113}{137 - 1}} = 75{,}1,$$

frecvența rezultatelor fiind arătată în figura 4 și tabela 4.

Fig. 4. – Frecvența rezultatelor pentru elementul de beton armat, talpa superioară, încercat cu sclerometrul Schmidt



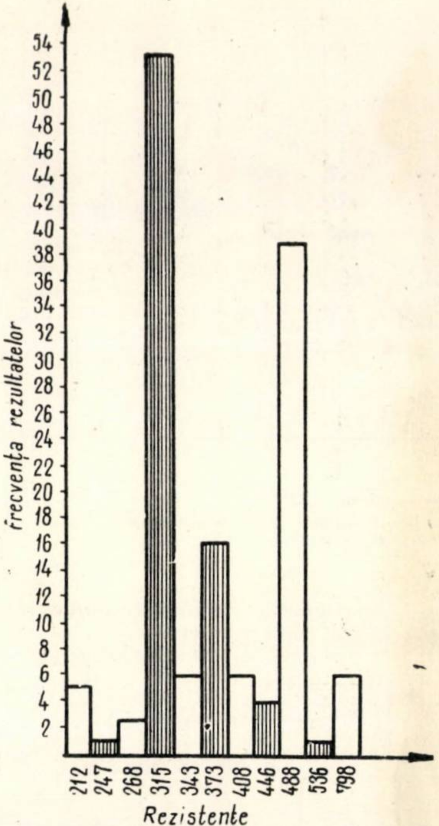


Fig. 5 – Frecvența rezultatelor pentru elementul de beton armat, talpa superioară, încercat cu sclerometrul H.P.S.

Fig. 6 – Frecvența rezultatelor pentru elementul de beton armat, inima, încercat cu sclerometrul Schmidt

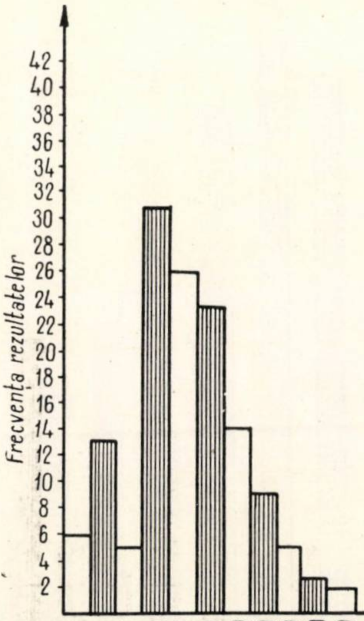


Tabela 5

Frecvența rezultatelor pentru elementul de beton armat – inimă

a) *Sclerometrul Schmidt*

Citire	Rezistențe echivalente	Nr. de citiri identice
35	340	6
36	350	13
37	360	5
38	380	31
39	400	26
40	420	23
41	440	14
42	460	9
43	—	—
44	500	5
45	520	3
46	—	—
47	560	2
48	—	—
49	—	—
50	600	—

b) *Sclerometrul H.P.S.*

Citire	Rezistențe echivalente	Nr. de citiri identice
5,5	223	13
5,4	240	2
5,3	260	4
5,2	282	5
5,1	—	—
5,0	332	66
4,9	361	2
4,8	393	15
4,7	—	—
4,6	469	6
4,5	514	23
4,4	564	3

b) Încercarea cu sclerometrul H.P.S.:

$$\text{Media aritmetică: } \bar{x} = \frac{\sum_{1}^{n} x_i}{n} = \frac{55\,420}{140} = 395{,}8 \cong 396.$$

Coeficientul de variație a valorilor rezistențelor C_v:

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{118{,}4}{396} = 0{,}298$$

unde:

S reprezintă abaterea medie pătratică:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1\,943\,868}{139}} = 118{,}4,$$

frecvența fiind arătată în figura 5 și tabela 4 *b*.

2. *Pentru elementul de beton armat – inimă.*

a) Încercarea cu sclerometrul Schmidt:

$$\text{Media aritmetică: } \bar{x} = \frac{\sum_{1}^{n} x_i}{n} = \frac{56\,310}{138} = 408{,}04 \cong 408.$$

Coeficientul de variație a valorilor C_v:

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{47{,}8}{408} = 0{,}117,$$

Tabela 6

Frecvența rezultatelor pentru elementul de beton armat — talpa inferioară

a) *Sclerometrul Schmidt*

Citire	Rezistențe echivalente	Nr. de citiri identice
33	300	1
34	320	1
35	340	3
36	350	1
37	360	4
38	380	7
39	400	7
40	420	12
41	440	7
42	460	12
43	480	4
44	500	17
45	520	5
46	540	4
47	560	1
48	580	7
49	590	7
50	600	25
51	620	6
52	640	7
53	660	1

b) *Sclerometrul H.P.S.*

Citire	Rezistențe echivalente	Nr. de citiri identice
4,0	840	2
4,1	—	—
4,2	—	—
4,3	—	—
4,4	564	2
4,5	514	24
4,6	469	5
4,7	429	1
4,8	393	13
4,9	361	2
5,0	332	67
5,1	305	1
5,2	282	9
5,3	260	1
5,4	240	2
5,5	223	11

Abaterea medie pătratică:

$$S = \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{313\,972}{137}} = 47{,}8,$$

frecvența rezultatelor fiind arătată în figura 6 și tabela 5 *a*.

b) Încercarea cu sclerometrul H.P.S.:

Media aritmetică:

$$\bar{x} = \frac{\sum\limits_{1}^{n} x_i}{n} = \frac{50\,709}{139} = 364{,}8 \cong 365.$$

Coeficientul de variație al valorilor C_v:

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{91{,}2}{365} = 0{,}249.$$

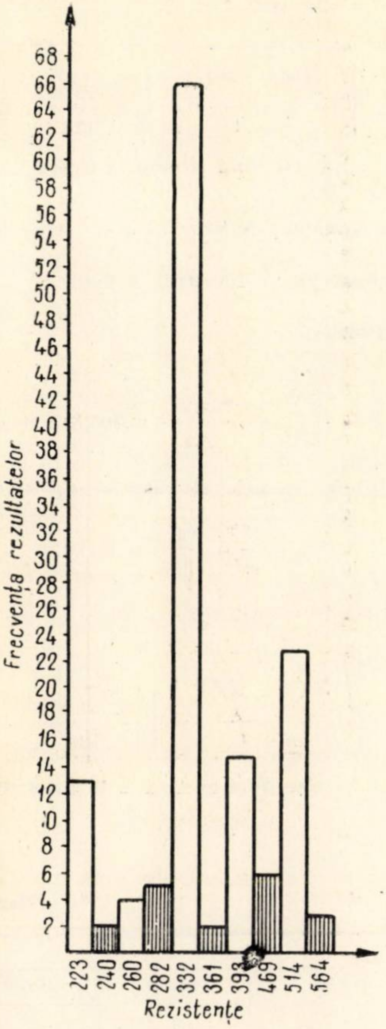
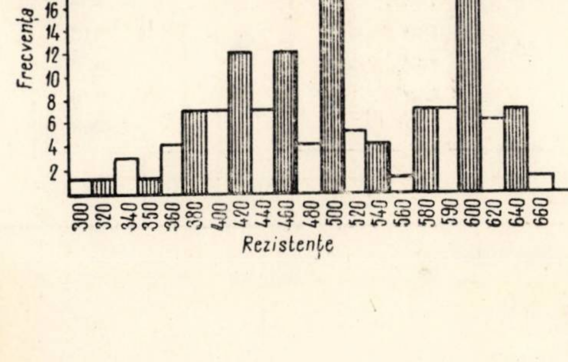


Fig. 7. — Frecvența rezultatelor pentru elementul de beton armat, inimă, încercat cu sclerometrul H.P.S.

Fig. 8. — Frecvența rezultatelor pentru elementul de beton armat, talpa inferioară, încercat cu sclerometrul Schmidt



Abaterea medie pătratică:

$$S = \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1\,149\,915}{138}} = 91{,}2,$$

frecvența rezultatelor fiind arătată în figura 7 și tabela 5 *b*.

3. *Pentru elementul de beton armat — talpa inferioară.*

a) Încercarea cu sclerometrul Schmidt:

Media aritmetică:

$$\bar{x} = \frac{\sum\limits_{1}^{n} x_i}{n} = \frac{70\,320}{139} = 505{,}8 \cong 506.$$

Coeficientul de variație al valorilor C_v

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{91{,}3}{506} = 0{,}180.$$

Abaterea medie pătratică:

$$S = \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1\,151\,564}{138}} = 91{,}3,$$

frecvența rezultatelor fiind arătată în figura 8 și tabela 6 *a*.

b) Încercarea cu sclerometrul H.P.S.:

Media aritmetică:

$$\bar{x} = \frac{\sum\limits_{1}^{n} x_i}{n} = \frac{52\,029}{140} = 371{,}6 = 372.$$

Coeficientul de variație al valorilor C_v:

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{104{,}6}{372} = 0{,}281.$$

Abaterea medie pătratică:

$$S = \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1\,528\,173}{139}} = 104{,}6,$$

frecvența rezultatelor fiind arătată în figura 9 și tabela 6 *b*.

CONCLUZII

Coeficientul de variație a valorilor rezistențelor prezintă valori mai mici pentru talpa superioară și inima grinzii la încercarea cu sclerometrul Schmidt, iar pentru talpa inferioară valoarea cea mai mică este dată de sclerometrul H.P.S.; în medie, coeficientul de variație a valorilor dă valori mai mici pentru sclerometrul Schmidt.

Condiția impusă de STAS 1275—62 de a se calcula asimetria distribuției $\sqrt{\beta}$ pentru cazul $C_v = \frac{S}{\bar{x}} > 0{,}12$ este o condiție foarte exigentă în cazul sclerometriei, deoarece la

Tabela 7

Rezistența pe cuburile de control

Nr. crt.	Cubul 1				Cubul 2				Cubul 3				Media rezistențelor prin încercare distructivă
	H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		H.P.S.		Schmidt		
	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	Citire	$\frac{R_M}{R_{min}}$	Citire	R_S	
1	4,4	$\frac{592}{478}$	35	380	4,5	$\frac{540}{432}$	35	380	5,0	$\frac{349}{268}$	32	330	523+ 498 515 1 536 : 3= =501
2	4,0	$\frac{882}{732}$	36	400	4,5	$\frac{540}{432}$	39	450	4,7	$\frac{450}{356}$	33	350	
3	4,2	$\frac{720}{590}$	32	330	4,6	$\frac{492}{392}$	40	470	4,8	$\frac{413}{323}$	49	640	
4	4,7	$\frac{450}{356}$	39	450	4,9	$\frac{379}{294}$	40	470	4,5	$\frac{540}{432}$	30	300	
5	4,5	$\frac{540}{432}$	32	330	5,0	$\frac{349}{268}$	40	470	4,8	$\frac{413}{323}$	32	330	
6	3,8	*	45	560	4,9	$\frac{379}{294}$	32	330	4,8	$\frac{413}{323}$	39	450	
7	4,0	$\frac{882}{732}$	37	420	4,6	$\frac{492}{392}$	33	350	5,0	$\frac{349}{268}$	33	350	
8	4,0	$\frac{882}{732}$	40	470	5,0	$\frac{349}{268}$	44	540	4,9	$\frac{379}{294}$	32	330	
9	4,5	$\frac{540}{432}$	32	330	4,8	$\frac{413}{323}$	40	470	4,7	$\frac{450}{356}$	34	365	
10	4,3	$\frac{652}{529}$	34	365	5,0	$\frac{349}{268}$	39	450	4,7	$\frac{450}{356}$	34	365	
Rezultate medii		681		403,5		428,2		438		420,6		381	

* Rezultate eliminate

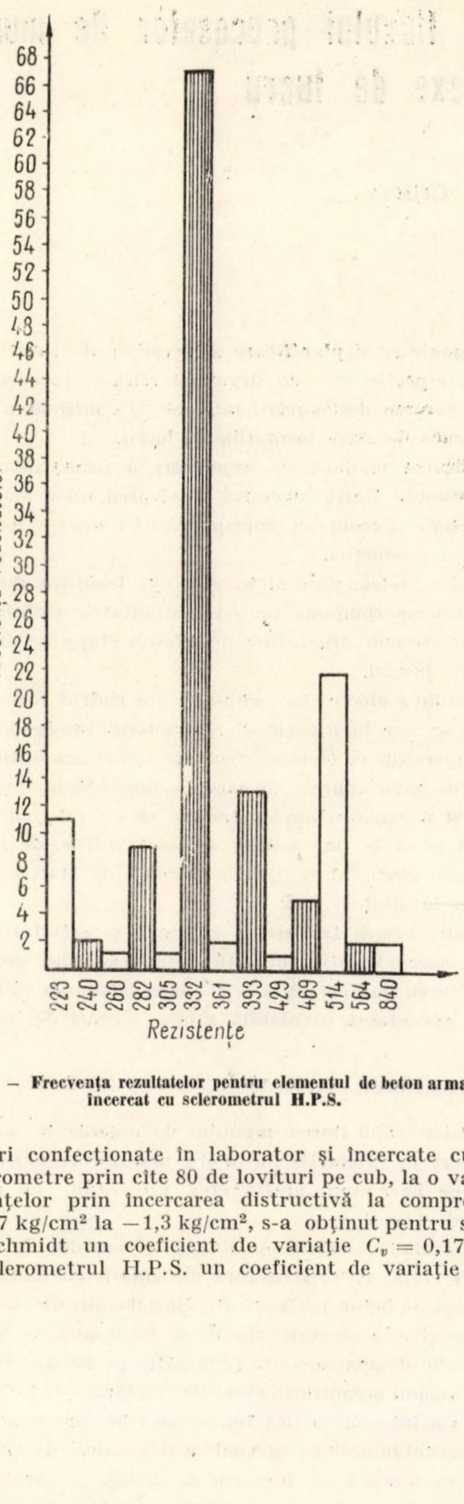


Fig. 9 – Frecvența rezultatelor pentru elementul de beton armat încercat cu sclerometrul H.P.S.

trei cuburi confecționate în laborator și încercate cu cele două sclerometre prin cîte 80 de lovituri pe cub, la o variație a rezistențelor prin încercarea distructivă la compresiune de la $+0{,}7$ kg/cm^2 la $-1{,}3$ kg/cm^2, s-a obținut pentru sclerometrul Schmidt un coeficient de variație $C_v = 0{,}173$, iar pentru sclerometrul H.P.S. un coeficient de variație $C_v = 0{,}284$.

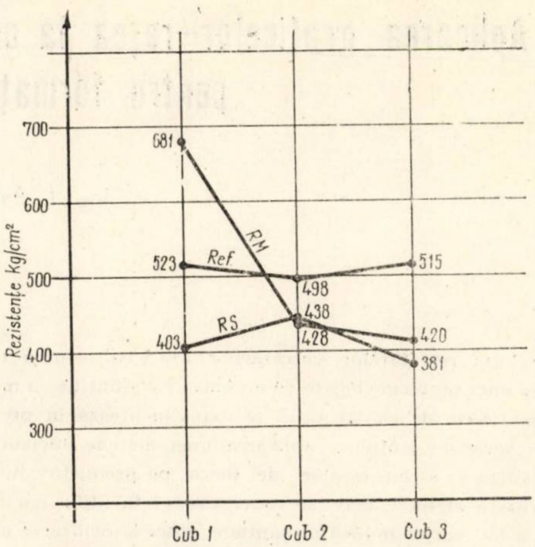


Fig. 10 – Variația rezistențelor echivalente și efective pe cuburile de control

R_{ef} – rezistența efectivă kg/cm^2;
R_M – rezistența medie kg/cm^2 – sclerometrul H.P.S.;
R_S – rezistența medie kg/cm^2 – sclerometrul Schmidt

Variația mare pe care o prezintă încercarea nedistructivă a betonului prin sclerometrie nu permite determinarea rezistențelor betonului numai prin această metodă. Este indicat a se combina mai multe metode sau cel puțin să se facă încercări comparative pe cuburi martor turnate în aceleași condiții.

Scopul încercării grinzii a fost impus de realizarea unei anumite mărci de beton în vederea pretensionării (prevăzute în două faze) și a montajului, fapt pentru care s-au luat șase cuburi de control.

Prin încercarea distructivă a primelor trei cuburi nu s-a realizat rezistența prescrisă ($R_{ef} < 400$ kg/cm^2).

Acest fapt a fost evidențiat și prin încercarea nedistructivă a grinzii, în special prin sclerometrul tip H.P.S.

Din această cauză s-a impus a se aștepta întărirea betonului și să se determine timpul la care să se încerce cele trei cuburi de control rămase, astfel încît să se asigure cu certitudine realizarea unei mărci de beton B 500.

Pentru aceasta s-au urmărit în timp prin sclerometrie cele trei cuburi și s-a hotărît încercarea lor la obținerea datelor din tabela 7 și figura 10.

Din analiza figurii 10 și a tabelei 7 se poate trage concluzia că, în general, prin sclerometrie se obțin valori acoperitoare mai mici decît cele efective.

Sclerometrul H.P.S. este sensibil la umiditatea betonului, dînd valori mai mici în cazul pieselor umede.

Extragerea de carote din piese ar fi putut clarifica gradul de precizie al celor două sclerometre.

Aplicarea graficelor-rețea la organizarea fluxului proceselor de muncă pentru formațiile complexe de lucru

Ing. I. Belfert, ing. Em. Cristea
INCERC

Pe baza rezultatelor cercetărilor INCERC pentru rezolvarea unor probleme legate de organizarea științifică a muncii pe șantierele de construcții, se experimentează în prezent, pe o serie de șantiere, aplicarea unei metode eficiente de „organizare a formațiilor de lucru pe producție finită". Această metodă, care se concretizează în utilizarea rațională a forțelor de muncă pe șantiere, duce la realizarea următoarelor obiective esențiale pentru producția de construcții :

— utilizarea rațională a timpului de muncă prin evitare întreruperilor de muncă ;

— menținerea cadrelor de muncitori pînă la finalizarea obiectivelor de construcții și deci reducerea fluctuației ;

— sporirea responsabilității formației pentru realizarea producției finisate.

Metoda facilitează elaborarea rațională a planului operativ și stabilirea elementelor necesare aplicării eficiente a metodei drumului critic pe activități. De asemenea, sistemul este corelat și cu perfecționarea cointeresării materiale, legată de realizarea producției finite, în raport cu scurtarea timpului de execuție și realizarea unei calități superioare a lucrărilor, ceea ce contribuie la creșterea eficienței economice a activității de construcții.

PREMISELE METODEI INCERC

Premisa de la care s-a pornit este necesitatea ca, în condițiile actuale de dezvoltare și organizare a producției de construcții, să se realizeze o cooperare mai strînsă între diferite activități.

Lipsa de coordonare în procesul muncii desfășurate de formații diferite duce la întreruperi în cursul executării obiectului de construcții, ceea ce influențează negativ nivelul productivității muncii, cît și calitatea de execuție.

Rezolvarea acestor obiective răspunde la necesitatea stringentă de înlăturare a defecțiunilor ce se manifestă încă, destul de acut, în producția de construcții, și anume : întreruperile în activitatea forțelor de muncă, fluctuația și greutatea stabilizării muncitorilor pînă la terminarea obiectelor de construcții.

În esență, metoda propusă de INCERC pentru „organizarea formațiilor de lucru pe producție finită" se bazează pe sistemul formațiilor complexe, dozate astfel încît să se asigure o corelare rațională a proceselor pînă la finalizarea producției pe obiect sau un flux de obiecte.

Prin „producție finită" trebuie înțeleasă sarcina de producție finală pe care o are de îndeplinit formația de lucru respectivă pentru un întreg obiect de producție, parte de obiect sau o fază distinctă a lucrării.

Pe baza unui *grafic-rețea* al desfășurării execuției se realizează o legătură rațională între diferitele procese componente, pe diferite etape de execuție a întregii lucrări. Trebuie menționat că eficacitatea aplicării metodelor moderne de organizare și planificare a lucrărilor de construcții-montaj — respectiv metoda drumului critic — este condiționată de asigurarea desfășurării raționale și continue a proceselor de muncă de către formațiile de lucru.

Aplicarea metodei de organizare a formațiilor de lucru pe producție finită necesită rezolvarea unor măsuri de ordin tehnic și economic corespunzătoare unei organizări raționale a producției.

Graficul-rețea, punînd în evidență legătura dintre diferitele procese componente, dă posibilitatea stabilirii echipelor care trebuie organizate pe diferite etape de execuție ale întregii lucrări.

Stabilirea efectivelor echipelor din cadrul formației complexe se face în funcție de : caracterul procesului tehnologic ; operațiile ce trebuie efectuate ; mărimea optimă a frontului de lucru ; durata de execuție necesară lucrărilor. Structura și dozarea echipelor trebuie să se integreze în durata totală și să se țină seamă de posibilitățile de *menținere a aceluiași efectiv* al echipei la trecerea de la executarea unui proces la altul.

Graficul-rețea trebuie să cuprindă și activitățile care nu revin spre execuție formației complexe, dar condiționează activitatea acesteia, cum ar fi : aprovizionarea cu unele materiale, executarea prealabilă a unor lucrări de instalații etc

EXEMPLIFICAREA APLICĂRII METODEI

Pentru explicitarea modului de organizare a formațiilor de lucru de producție finită și a desfășurării activității acesteia pe baza unui grafic-rețea, prezentăm un exemplu în anexele 1 și 2.

Se execută lucrările de finisaj la un bloc de locuințe cu p + 4 etaje, avînd structura din zidărie portantă, cu plașee din fîșii de beton prefabricate. Blocul cuprinde 40 de apartamente și este alcătuit din două tronsoane (scări), fiecare avînd 20 de apartamente (cîte patru pe fiecare nivel).

În scopul organizării executării lucrărilor de finisaj la acest bloc s-a întocmit o fișă tehnologică în care s-au înscris, pe cît posibil în ordinea normală a succesiunii executării proceselor de lucru, toate lucrările de finisaj, pe niveluri, care urmează a se executa de o formație complexă de lucru, precum și alte procese, care nu revin formației respective, a căror execuție trebuie corelată cu lucrările executate de formație, cum sînt lucrările de instalații interioare ce se execută paralel cu finisajele. Fișa întocmită cuprinde cantitățile de lucrări pentru fiecare proces de lucru și cantitatea de muncă necesară.

Pe baza acestor date, a duratei totale de execuție prevăzute în graficul șantierului pentru executarea finisajelor la acest bloc (care este de 60 de zile lucrătoare) și a programului de lucru de 8 ore pe zi, s-a stabilit că efectivul total al formației este de 66 de muncitori.

Ținînd seama de natura proceselor de lucru (articolele de lucrări) ce au de executat și de categoria acestora, alcătuirea formației este aceea dată în prima coloană a anexei 2.

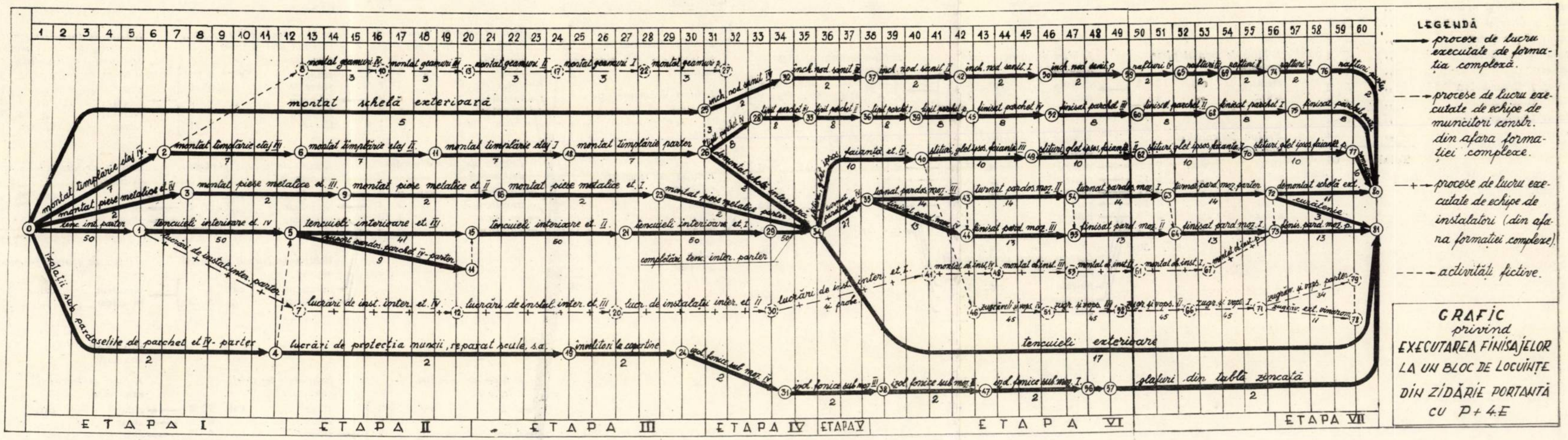
La alcătuirea formației s-a avut în vedere faptul că unii muncitori cumulează cîte două specialități (meserii), punînd astfel în evidență avantajul mare ce-l oferă calificarea muncitorilor constructori pe meserii de profil larg.

În cadrul formației, efectivul total se organizează pe echipe. Structura echipelor se modifică pe parcurs, astfel încît să se asigure :

— utilizarea întregului efectiv din prima și pînă în ultima zi a executării lucrărilor ;

— corelarea efectivului echipelor cu caracterul diverselor procese tehnologice și cantitățile de lucrări ce au de executat.

Durata în care se menține aceeași structură a formației a fost denumită „etapă''.


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60
montat geamuri IV
montat geamuri III
montat geamuri II
montat geamuri I
montat geamuri p.
montat schelă exterioară
montat tîmplărie etaj IV
montat tîmplărie etaj III
montat tîmplărie etaj II
montat tîmplărie etaj I
montat tîmplărie parter
montat piese metalice et. IV
montat piese metalice et. III
montat piese metalice et. II
montat piese metalice et. I
montat piese metalice parter
tenc. int. parter
tencuieli interioare et. IV
tencuieli interioare et. III
tencuieli interioare et. II
tencuieli interioare et. I
completări tenc. inter. parter
suport pardos. parchet IV-parter
lucrări de instal. inter. parter
lucrări de inst. inter. et. IV
lucrări de instal. inter. et. III
lucr. de instalații inter. et. II
lucrări de inst. inter. et. I și probe
izolații sub pardoselile de parchet et. IV - parter
lucrări de protecția muncii, reparat scule, ș.a.
învelitori la copertine
izol. fonice sub moz. IV
izol. fonice sub moz. III
izol. fonice sub moz. II
izol. fonice sub moz. I
închid. nod. sanit. IV
închid. nod. sanit. III
închid. nod. sanit. II
închid. nod. sanit. I
închid. nod. sanit. p
lipit parchet IV
lipit parchet III
lipit parchet II
lipit parchet I
lipit parchet p.
finisat parchet IV
finisat parchet III
finisat parchet II
finisat parchet I
finisat parchet parter
demontat schelă interioară
glet ipsos
faianță et. IV
sltituri, glet ipsos, faianță III
sltituri, glet ipsos, faianță II
sltituri, glet ipsos, faianță I
sltituri, glet ipsos, faianță p.
turnat pardos. moz. IV
turnat pardos. moz. III
turnat pardos. moz. II
turnat pardos. moz. I
turnat pard. moz. parter
finisat pard. moz. IV
finisat pard. moz. III
finisat pard. moz. II
finisat pard. moz. I
finis. pard. moz. p.
montat ob. inst. IV
montat ob. inst. III
montat ob. inst. II
montat ob. inst. I
montat ob. inst. p.
zugrăveli și vops. IV
zugr. și vops. III
zugr. și vops. II
zugr. și vops. I
zugrăv. și vops. parter
zugrăv. ext. vinarom
rafturi IV
rafturi III
rafturi II
rafturi I
rafturi parter
demontat schelă ext.
curățenie
tencuieli exterioare
glafuri din tablă zincată
ETAPA I
ETAPA II
ETAPA III
ETAPA IV
ETAPA V
ETAPA VI
ETAPA VII
LEGENDĂ
procese de lucru executate de formația complexă.
procese de lucru executate de echipe de muncitori constr. din afara formației complexe.
procese de lucru executate de echipe de instalatori (din afara formației complexe).
activități fictive.
GRAFIC privind EXECUTAREA FINISAJELOR LA UN BLOC DE LOCUINȚE DIN ZIDĂRIE PORTANTĂ CU P+4E

Anexa 1

Graficul-rețea din anexa 1 cuprinde șapte etape, durata fiecărei etape fiind diferită în funcție de nevoi.

În anexa 2 se indică organizarea efectivului formației pe echipe, în fiecare etapă.

Desfășurarea executării finisajelor la acest bloc s-a concretizat sub formă de grafic-rețea calendaristic, deoarece un astfel de grafic pune în evidență, atît modul de organizare a formației în fiecare etapă, cît și succesiunea proceselor de lucru. Detaliile modificărilor în organizarea echipelor la trecerea de la o etapă la alta se dau în anexa 2.

Elaborarea graficului-rețea al activității formației s-a făcut pornindu-se (pe baza datelor cuprinse în fișa tehnologică) de la întocmirea unui grafic prin metoda drumului critic. După stabilirea drumului critic s-au combinat drumurile necritice între ele, astfel încît să fie asigurată continuitatea în lucru a tuturor membrilor formației. Combinarea s-a făcut ținîndu-se sema că trebuie să existe o corespondență între calificarea muncitorilor și lucrările ce au de executat. Unele rezerve de timp ale unor muncitori cu calificare mică, precum și ale unor necalificați au fost folosite pentru demontarea schelelor, a evacuării, sortării și depozitării materialelor lemnoase și de schelă, precum și la efectuarea curățeniei.

Aplicarea metodei elaborate de INCERC pentru organizarea eficientă a formațiilor de lucru are o serie de implicații pozitive în modul de desfășurare a producției de construcții pe șantiere.

În primul rînd, se realizează, pe criterii științifice, o corelare rațională a proceselor de producție pe toată durata fluxului execuției, ceea ce asigură o utilizare rațională a fondului de timp disponibil.

De asemenea, metoda reprezintă un element concret pentru planificarea operativă a realizării obiectelor de costrucții și astfel constituie un instrument util pentru organele de conducere a producției.

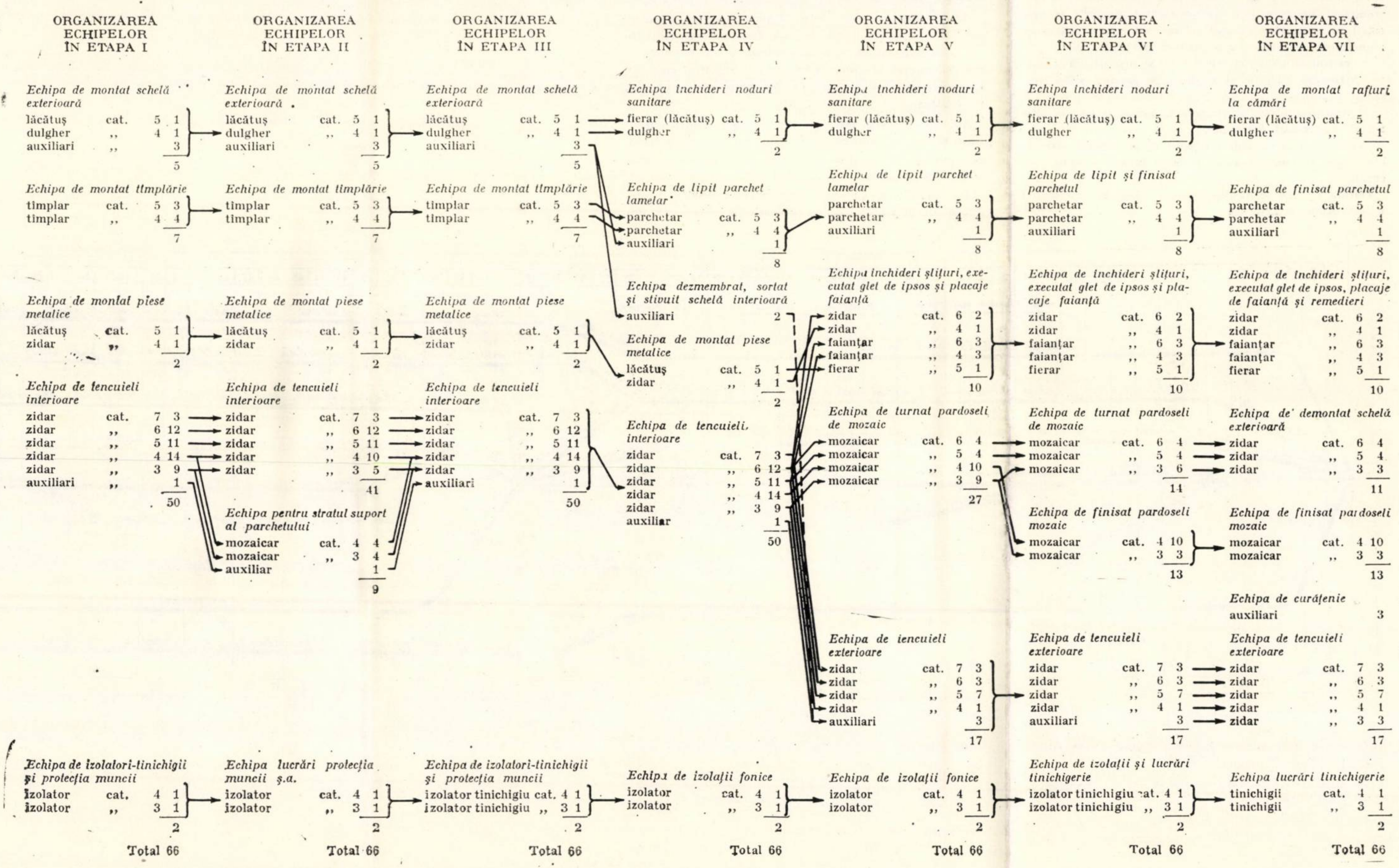
Aplicarea metodei de organizare a formațiilor pe producție finită asigură posibilitatea cointeresării materiale a muncitorilor pentru realizări concrete și finale.

Pe baza corelației diferitelor meserii care participă în cadrul formațiilor complexe organizate pe acestă metodă se poate orienta îmbunătățirea structurii învățămîntului profesional în construcții pe linia pregătirii muncitorilor în meserii de profil larg.

SCHEMA ORGANIZĂRII FORMAȚIEI COMPLEXE

ALCĂTUIREA FORMAȚIEI COMPLEXE

Zidar tencuitor	cat.	7	3
Zidar tencuitor	,,	6	5
Zidar tencuitor și faianțar	,,	6	3
Zidar tencuitor și mozaicar	,,	6	4
Zidar tencuitor	,,	5	7
Zidar tencuitor și mozaicar	,,	5	4
Zidar tencuitor	,,	4	2
Zidar tencuitor și faianțar	,,	4	3
Zidar tencuitor și mozaicar	,,	4	10
Zidar tencuitor și mozaicar	,,	3	9
Tîmplar și parchetar	,,	5	3
Tîmplar și parchetar	,,	4	4
Dulgheri	,,	4	1
Lăcătuș și fierar-beton	,,	5	2
Izolator tinichigiu	,,	4	1
Izolator tinichigiu	,,	3	1
Auxiliar	,,		4
	Total		66



ORGANIZAREA ECHIPELOR ÎN ETAPA I

Echipa de montat schelă exterioară
lăcătuș cat. 5 1
dulgher ,, 4 1
auxiliari ,, 3
5

Echipa de montat tîmplărie
tîmplar cat. 5 3
tîmplar ,, 4 4
7

Echipa de montat piese metalice
lăcătuș cat. 5 1
zidar ,, 4 1
2

Echipa de tencuieli interioare
zidar cat. 7 3
zidar ,, 6 12
zidar ,, 5 11
zidar ,, 4 14
zidar ,, 3 9
auxiliari ,, 1
50

Echipa de izolatori-tinichigii și protecția muncii
izolator cat. 4 1
izolator ,, 3 1
2

Total 66

ORGANIZAREA ECHIPELOR ÎN ETAPA II

Echipa de montat schelă exterioară
lăcătuș cat. 5 1
dulgher ,, 4 1
auxiliari 3
5

Echipa de montat tîmplărie
tîmplar cat. 5 3
tîmplar ,, 4 4
7

Echipa de montat piese metalice
lăcătuș cat. 5 1
zidar ,, 4 1
2

Echipa de tencuieli interioare
zidar cat. 7 3
zidar ,, 6 12
zidar ,, 5 11
zidar ,, 4 10
zidar ,, 3 5
41

Echipa pentru stratul suport al parchetului
mozaicar cat. 4 4
mozaicar ,, 3 4
auxiliar 1
9

Echipa lucrări protecția muncii ș.a.
izolator cat. 4 1
izolator ,, 3 1
2

Total 66

ORGANIZAREA ECHIPELOR ÎN ETAPA III

Echipa de montat schelă exterioară
lăcătuș cat. 5 1
dulgher ,, 4 1
auxiliari 3
5

Echipa de montat tîmplărie
tîmplar cat. 5 3
tîmplar ,, 4 4
7

Echipa de montat piese metalice
lăcătuș cat. 5 1
zidar ,, 4 1
2

Echipa de tencuieli interioare
zidar cat. 7 3
zidar ,, 6 12
zidar ,, 5 11
zidar ,, 4 14
zidar ,, 3 9
auxiliari 1
50

Echipa de izolatori-tinichigii și protecția muncii
izolator tinichigiu cat. 4 1
izolator tinichigiu ,, 3 1
2

Total 66

ORGANIZAREA ECHIPELOR ÎN ETAPA IV

Echipa închideri noduri sanitare
fierar (lăcătuș) cat. 5 1
dulgher ,, 4 1
2

Echipa de lipit parchet lamelar
parchetar cat. 5 3
parchetar ,, 4 4
auxiliari 1
8

Echipa dezmembrat, sortat și stivuit schelă interioară
auxiliari 2

Echipa de montat piese metalice
lăcătuș cat. 5 1
zidar ,, 4 1
2

Echipa de tencuieli, interioare
zidar cat. 7 3
zidar ,, 6 12
zidar ,, 5 11
zidar ,, 4 14
zidar ,, 3 9
auxiliar 1
50

Echipa de izolații fonice
izolator cat. 4 1
izolator ,, 3 1
2

Total 66

ORGANIZAREA ECHIPELOR ÎN ETAPA V

Echipa închideri noduri sanitare
fierar (lăcătuș) cat. 5 1
dulgher ,, 4 1
2

Echipa de lipit parchet lamelar
parchetar cat. 5 3
parchetar ,, 4 4
auxiliari 1
8

Echipa închideri șlițuri, executat glet de ipsos și placaje faianță
zidar cat. 6 2
zidar ,, 4 1
faianțar ,, 6 3
faianțar ,, 4 3
fierar ,, 5 1
10

Echipa de turnat pardoseli de mozaic
mozaicar cat. 6 4
mozaicar ,, 5 4
mozaicar ,, 4 10
mozaicar ,, 3 9
27

Echipa de tencuieli exterioare
zidar cat. 7 3
zidar ,, 6 3
zidar ,, 5 7
zidar ,, 4 1
auxiliari 3
17

Echipa de izolații fonice
izolator cat. 4 1
izolator ,, 3 1
2

Total 66

ORGANIZAREA ECHIPELOR ÎN ETAPA VI

Echipa închideri noduri sanitare
fierar (lăcătuș) cat. 5 1
dulgher ,, 4 1
2

Echipa de lipit și finisat parchetul
parchetar cat. 5 3
parchetar ,, 4 4
auxiliari 1
8

Echipa de închideri șlițuri, executat glet de ipsos și placaje faianță
zidar cat. 6 2
zidar ,, 4 1
faianțar ,, 6 3
faianțar ,, 4 3
fierar ,, 5 1
10

Echipa de turnat pardoseli de mozaic
mozaicar cat. 6 4
mozaicar ,, 5 4
mozaicar ,, 3 6
14

Echipa de finisat pardoseli mozaic
mozaicar cat. 4 10
mozaicar ,, 3 3
13

Echipa de tencuieli exterioare
zidar cat. 7 3
zidar ,, 6 3
zidar ,, 5 7
zidar ,, 4 1
auxiliari 3
17

Echipa de izolații și lucrări tinichigerie
izolator tinichigiu cat. 4 1
izolator tinichigiu ,, 3 1
2

Total 66

ORGANIZAREA ECHIPELOR ÎN ETAPA VII

Echipa de montat rafturi la cămări
fierar (lăcătuș) cat. 5 1
dulgher ,, 4 1
2

Echipa de finisat parchetul
parchetar cat. 5 3
parchetar ,, 4 4
auxiliari 1
8

Echipa de închideri șlițuri, executat glet de ipsos, placaje de faianță și remedieri
zidar cat. 6 2
zidar ,, 4 1
faianțar ,, 6 3
faianțar ,, 4 3
fierar ,, 5 1
10

Echipa de demontat schelă exterioară
zidar cat. 6 4
zidar ,, 5 4
zidar ,, 3 3
11

Echipa de finisat pardoseli mozaic
mozaicar cat. 4 10
mozaicar ,, 3 3
13

Echipa de curățenie
auxiliari 3

Echipa de tencuieli exterioare
zidar cat. 7 3
zidar ,, 6 3
zidar ,, 5 7
zidar ,, 4 1
zidar ,, 3 3
17

Echipa lucrări tinichigerie
tinichigii cat. 4 1
tinichigii ,, 3 1
2

Total 66

Simpozionul „Protecția anticorosivă a construcțiilor“ 15 — 18 sept. 1968

Metodă de laborator pentru determinarea rezistenței cimenturilor și mortarelor de ciment la acțiunea apelor cu CO_2 agresiv

Chim. D. Teodorescu, chim. Al. Vasiliu, tehn. Victoria Milea

INCERC

Pe teritoriul țării noastre există frecvente zone cu ape naturale cu conținut ridicat de CO_2 agresiv pentru elemente de construcții din beton și beton armat. În cadrul cercetărilor ce se efectuează la INCERC pentru obținerea unor compoziții de betoane și mortare cu rezistență mărită față de acest tip de agresivitate a fost necesar să se stabilească o scară de sensibilitate a cimenturilor produse în țară, deoarece aceasta nu era cunoscută pînă în prezent, iar în literatura de specialitate există controverse în ce privește comportarea diverselor tipuri de cimenturi față de agresivitatea carbonică.

Metodele de laborator descrise în literatură, pentru determinarea agresivității carbonice asupra betoanelor și mortarelor sînt în general metode statice și în care se lucrează cu concentrații mici de CO_2 agresiv datorită instabilității la presiunea ordinară a soluțiilor de CO_2 cu concentrații ridicate, mai cu seamă dacă acestea sînt agitate prin circulare.

Prin cercetările efectuate la INCERC a fost pusă la punct o metodă originală, care elimină cea mai mare parte din inconvenientele metodelor specificate în literatură și pune epruvetele studiate în condiții mai apropiate de condițiile reale la care sînt supuse elementele de construcții.

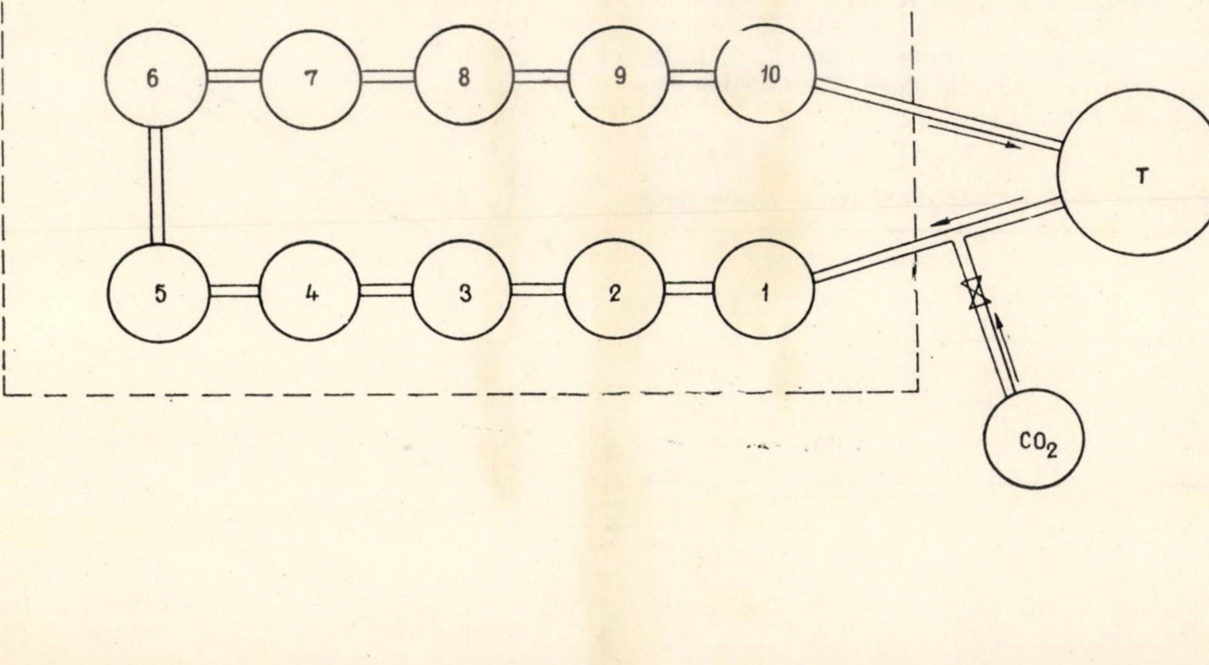
În principiu, prin această metodă de laborator epruvete de mortar de compoziție și dimensiuni convenabile sînt imersate complet în apă distilată cu CO_2 agresiv, schimbată periodic după un regim stabilit prin încercări. Aceasta se realizează într-o instalație, care permite atît recircularea continuă a apei peste epruvete, cît și alimentarea continuă cu CO_2 care menține permanent o concentrație ridicată și practic constantă la temperatura și presiunea mediului ambiant.

Epruvetele supuse acțiunii apei cu CO_2 agresiv sînt examinate vizual și încercate la anumite termene prin metoda ultrasonică de impuls, ceea ce reduce foarte mult numărul de epruvete necesare și dă posibilitatea urmăririi evoluției procesului de coroziune la toate termenele asupra acelorași epruvete, comparativ cu epruvetele martor păstrate în apă de conductă. În final, epruvetele sînt încercate la încovoiere și compresiune. S-a lucrat cu epruvete de 2 × 2 × 12 cm, acestea fiind cele mai mici tipuri de epruvete, care prin suprafața mare de atac accelerează procesul de coroziune, permițînd totodată și obținerea unor rezultate concludente la determinările ultrasonice și mecanice.

Instalația este constituită din 10 vase de sticlă de cîte 2 l fiecare, care conțin cîte șase epruvete și prin care apa este pompată și recirculată permanent din unul în altul de către un ultratermostat tip Höppler. Acesta, în afară de faptul că menține un debit constant de recirculare, menține și temperatura constantă. Vasele sînt închise etanș cu dopuri de cauciuc

Fig. 1 — Schema instalației

T — ultratermostat; *1 — 10* — vase cu epruvete; CO_2 — butelie cu CO_2



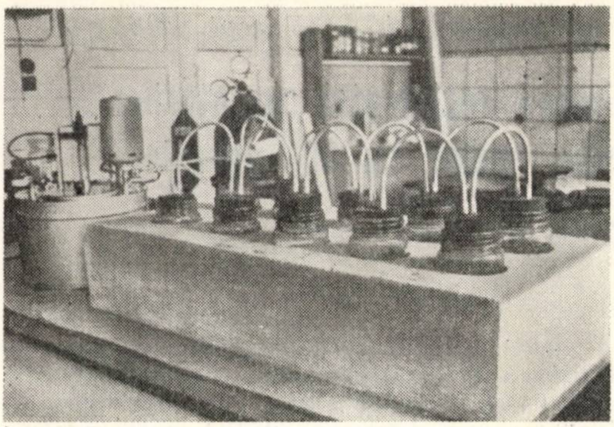


Fig. 2 – Aspectul instalaţiei

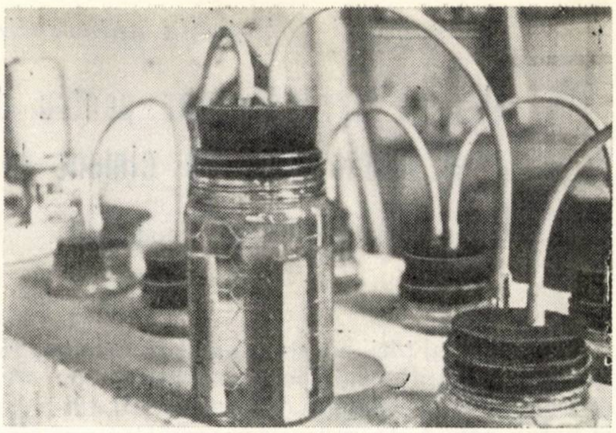


Fig. 3 – Vas cu epruvete

prevăzute cu ţevi prin care circulă apa şi sînt racordate între ele cu tuburi de cauciuc.

Înainte de intrarea în primul vas se racordează o butelie cu CO_2 care alimentează permanent instalaţia cu un debit de cca 10 l/oră măsurat cu un rotametru. În modul acesta, prin antrenare de către curentul de apă, se obţine o barbotare slabă de CO_2 în toate vasele instalaţiei. Prin această barbotare, concentraţia în CO_2 a apei se stabilizează la cca 1 500 mg/l după 3 ore de funcţionare. Practic, presiunea în instalaţie nu creşte peste presiunea mediului ambiant, deoarece creşterea de presiune este anulată în ultratermostat prin contact liber cu atmosfera.

Instalaţia fiind termostatată permite efectuarea determinărilor la diferite temperaturi. În acest caz, pentru evitarea schimburilor de căldură, cele 10 vase care conţin epruvetele sînt montate într-un bloc de polistiren expandat.

Aspectul instalaţiei este prezentat în figurile 2 şi 3.

Pentru stabilirea curbei de dizolvare a CO_2 în apă, în funcţie de timp şi de poziţia vaselor, s-a lucrat cu instalaţia fără epruvete de mortar, cu un conţinut de 20 l apă distilată, la temperatura de cca 25°C.

Concentraţia CO_2 dizolvat în apă s-a determinat prin metoda analitică Tillman şi Heublein, prin titrare cu hidroxid de sodiu n/20 în prezenţa fenolftaleinei. Determinările s-au efectuat după 30′; 1h 30′; 2 h 30′ şi 3 h 30′ din trei vase (nr. 1, 5 şi 10) situate la începutul, mijlocul şi sfîrşitul seriei de vase. Rezultatele sînt expuse în tabela 1.

Tabela 1

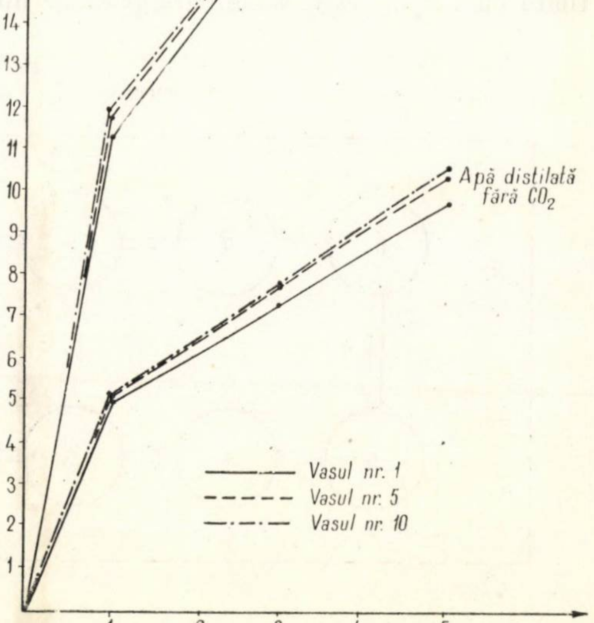
Dizolvarea CO_2 în apă, în funcţie de timp şi poziţia vaselor

Timpul (ore)	Concentraţia CO_2 mg/l, vasul nr.		
	1	5	10
0 h 30′	977	1 076	1 003
1 h 30′	1 343	1 428	1 428
2 h 30′	1 382	1 491	1 483
3 h 30′	1 403	1 498	1 500

Din datele cuprinse în tabelă rezultă că la începutul barbotării concentraţia CO_2 în apă creşte repede, stabilizîndu-se la 1 400 — 1 500 mg/l după cca 3 ore. Poziţia vaselor contează puţin, concentraţia fiind practic aceeaşi în toate vasele. De aici rezultă că toate epruvetele vor fi supuse la acelaşi grad de agresivitate a apei cu CO_2.

Pentru stabilirea gradului de agresivitate a apei cu CO_2 asupra epruvetelor în condiţiile metodei — şi deci a eficacităţii acesteia pentru studiile de laborator — au fost efectuate deter-

Fig. 4 – Variaţia durităţii temporare a apei cu şi fără CO_2 circulată timp de 5 ore peste epruvete



minări în paralel cu epruvete de mortar peste care a fost circulată apă distilată şi apă distilată cu CO_2, în condiţiile arătate mai sus. Aceste determinări au fost efectuate tot la temperatura de 25°C, păstrîndu-se de asemenea o cantitate de 20 l apă, ceea ce revine la cca 0,35 l pentru fiecare epruvetă. După 1, 3 şi 5 ore s-a determinat duritatea temporară a apei prin metoda cu acid clorhidric 0,1 n şi indicator Cooper din aceleaşi vase ca şi în cazul determinării curbei de dizolvare a CO_2. Rezultatele sînt expuse în tabela 2 şi figura 4.

Tabela 2

Variaţia durităţii temporare a apei timp de 5 ore de circulaţie fără şi cu CO_2

Timp ore	Variaţia durităţii temporare in grade germane					
	fără CO_2			cu CO_2		
	1	5	10	1	5	10
1	4,90	5,04	5,04	11,20	11,80	11,95
3	7,28	7,84	7,84	16,85	17,13	17,13
5	9,80	10,36	10,64	19,85	20,70	20,70

Din rezultatele obţinute se constată că, după 5 ore de circulare peste epruvete, apa distilată, pornind de la duritatea zero, a atins 10 grade germane în cazul apei fără CO_2 şi 21 grade germane în cazul apei cu CO_2, indiferent de locul ocupat de vase în instalaţie. Creşterea rapidă

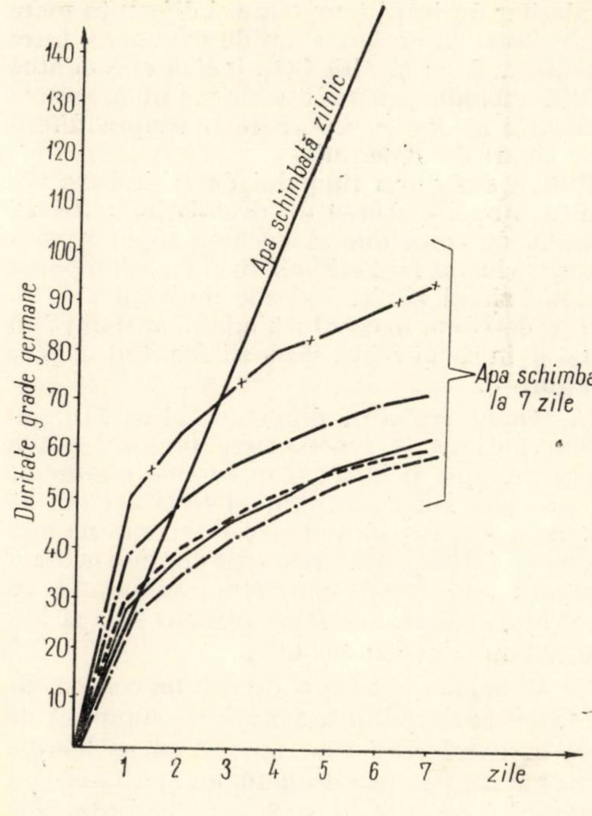


Fig. 5 – Variaţia durităţii apei, schimbată zilnic sau din 7 in 7 zile

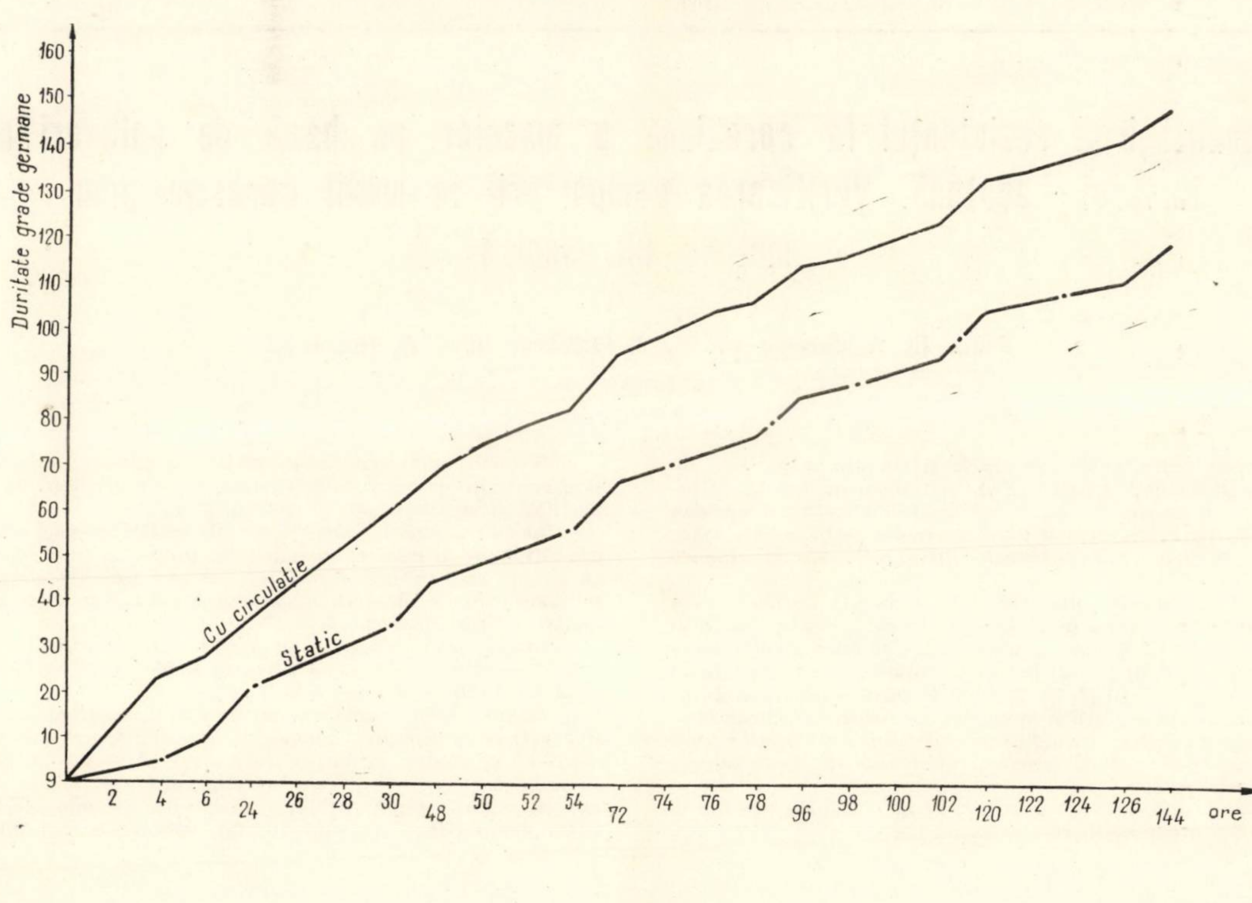


Fig. 6 – Variaţia durităţii apei in procedeul static sau cu circulaţie

a valorilor durității temporare și diferența mare de duritate în același timp de expunere, între apa distilată cu și fără CO_2, indică eficacitatea acestei metode pentru cercetarea în laborator a acțiunii apelor cu CO_2 agresiv asupra diferitelor tipuri de cimenturi.

Pentru stabilirea timpului de schimbare periodică a apei distilate din instalație, astfel ca procesul de coroziune să decurgă rapid și continuu, s-a lucrat fără schimbare și cu schimbarea apei la 7 zile și zilnic. Valorile durității apei în funcție de timp, în cazul schimbării apei din 7 în 7 zile și în cazul schimbării zilnice, sînt expuse în figura 5.

În scopul stabilirii diferenței între funcționarea continuă și funcționarea intermitentă a circulației apei și alimentării cu CO_2 s-a lucrat timp de șase zile cu întreruperi de 18 ore din 24 ore. În diagrama din figura 6 este reprezentată creșterea durității apei în funcție de timp în cazul circulării apei peste epruvete, comparativ cu cazul imersării statice a epruvetelor în apă alimentată intermitent cu CO_2.

De asemenea, pentru a determina concentrația CO_2 care se obține în funcție de numărul de vase, în cazul cînd este necesar să se lucreze cu un număr mai mic decît 10, au fost efectuate încercări și cu 2, 4, 6 și 8 vase, cu reducerea corespunzătoare a cantității de apă distilată.

Rezultatele, expuse în tabela 3, au dus la concluzia că schimbarea zilnică a apei accelerează mult procesul de coroziune a epruvetelor, că intermitența circulației apei și a alimentării cu CO_2 nu influențează esențial viteza procesului, și deci nu este necesar ca instalația să funcționeze în trei schimburi, și că reducerea pe parcurs a numărului de vase cu reducerea corespunzătoare a cantității de apă nu are nici o influență și deci pe măsura distrugerii unor epruvete prin încercări sau degradări, acestea pot fi scoase din instalație fără ca acțiunea asupra epruvetelor rămase să fie influențată.

Tabela 3

Concentrația CO_2 în apă, în funcție de timp și de numărul de vase

Ore	CO_2 mg/l				
	2 vase	4 vase	6 vase	8 vase	10 vase
2	1 367	1 360	1 352	1 320	1 361
4	1 498	1 485	1 492	1 473	1 480
6	1 501	1 493	1 496	1 503	1 519

Din cele expuse mai sus rezultă că această metodă este ușor de aplicat, cu mijloace ce pot fi găsite în orice laborator, reflectă cel mai apropiat fenomenele reale și este reproductibilă. Prin utilizarea încercărilor ultrasonice se pune în evidență evoluția procesului de coroziune asupra acelorași epruvete, reducîndu-se totodată, prin aceasta, și numărul de epruvete necesare.

Această metodă este mai eficace decît metodele statice specificate de literatură, fapt confirmat de încercările comparative efectuate în laborator. Prin utilizarea acestei metode se poate stabili comportarea diferitelor tipuri de cimenturi față de agresivitatea carbonică.

Îmbunătățirea rezistenței la coroziune a maselor pe bază de polimeri de furfurol – acetonă. Verificarea comportării în medii corosive prin metoda ultrasonică

Chim. **D. Teodorescu**, dr. ing. **I. Făcăoaru**, chim. **A. Herdlicka**

INCERC

Masele anticorosive Oramin M și Oramin R pe bază de polimer furfurol-acetonă (FA), sintetizat de Secția fizicochimia macromoleculelor și coloizilor din cadrul Academiei R.S.R. [1, 2, 3], au luat o extindere din ce în ce mai mare datorită bunelor caracteristici fizico-mecanice și chimice [4].

Cu toate acestea, din cercetările efectuate de INCERC a reieșit că aceste mase prezintă unele deficiențe, ca : extracție în apă sau soluții diluate a agentului de întărire acid benzensulfonic (AcBzS) [5, 6], reacție de întărire cu degajare mare și rapidă a căldurii [6, 7], care duc la mărirea permeabilității, respectiv a porozității și la apariția de fisuri, fenomene constatate de altfel și în condiții de exploatare cu variații brusce de temperatură și cu frecvente alternanțe de medii diluate și concentrate.

Ținînd seama de cele de mai sus s-au continuat cercetările în vederea eliminării acestor deficiențe prin :

— obținerea unui material de șarjare cu caracter hidrofob și granulozitate bună, care să ducă la obținerea unei compactități și impermeabilități ridicate [5, 6] ;

— înlocuirea AcBzS, care nu permite realizarea unei omogenități bune și care se introduce în proporție prea mare, cu altul — acid sulfuric — mai activ și care produce o reacție satisfăcătoare obținerii unei prelucrabilități și unor caracteristici superioare [5, 6, 7, 8] ;

— introducerea unui agent de blocare a catalizatorilor acizi cu scopul reducerii extracției acestora și eliminării inconvenientelor produse de aceasta [5, 6, 9].

În modul acesta s-a obținut un tip nou de mase anticorosive — Oramin special — omologate de MICh, avînd NI 3989—67 și produs de fabrica Anticorozivul. Acest tip nou de mase anticorosive este caracterizat prin (se dau în paranteză valorile corespunzătoare produsului Oramin special GR) : compactitate ridicată (0,945), contracție mai mică

(1,65 mm/m), rezistențe mecanice și termice bune, căldură de rezinificare mai mică (110 cal/g față de 160—170 cal/g la tipul Oramin), modul de elasticitate dinamic inferior (173 000 kgf/cm^2 față de 216 000 kgf/cm^2 la Oramin R), extracția catalizatorului 10—12% față de 90% la același Oramin R [5, 6, 7, 10].

În urma stabilirii compozițiilor și a comportării sub aspect fizic, termic și mecanic a acestor compoziții timp de un an în aer [8], s-a trecut la verificarea comportării în medii corosive. Testarea s-a efectuat pe produsul Oramin special GR, pe o primă perioadă de un an, comparativ cu Asplit FN, cel mai bun produs anticorosiv tot pe bază de polimer furanic al firmei Hoechst din R.F. a Germaniei.

I. PARTEA EXPERIMENTALĂ

Materialele și substanțele utilizate la prepararea epruvetelor au avut următoarele caracteristici:

— „monomer FA" cu adaos de furfurol, avînd d 20°C = 1,13 g/cm^3 și η din 20°C = 10 cP;

— agent de blocare [9];

— grafit coloidal, avînd suprafața specifică = 14 269 cm^2/g și d = 2,019 g/cm^3;

— nisip cuarțos (minim 97% SiO_2), mărimea maximă a granulei fiind de 0,5 mm;

— agent de întărire: acid sulfuric tehnic 96%.

Asplitul FN a fost primit de la firma Hoechst cu componentele preparate.

Epruvetele, cu dimensiunile de 2 × 2 × 12 cm, au fost confecționate conform modului de lucru descris în [5].

La 28 de zile de la preparare, masele anticorosive obținute au avut caracteristicile arătate în tabela 1.

Valorile obținute prin metoda nedistructivă și prin studiul comportării sub sarcină [10] sînt trecute în tabela 2.

Determinarea comportării la coroziune

Comportarea la coroziune a compozițiilor Oramin special GR și Asplit FN a fost determinată pe epruvete prismatice cu dimensiunile 2 × 2 × 12 cm, imersate la temperatura normală în mediile corosive la 28 de zile de la preparare, cînd au fost determinate și caracteristicile inițiale.

Raportul epruvetă : soluție, în greutate, a fost 1 : 3—3,5.

Soluțiile corosive au fost controlate săptămînal, iar cele la care s-a constatat o variație de concentrație au fost schimbate. Epruvetele au fost examinate la 3 și 12 luni.

La scoaterea lor din vasele care conțineau mediile corosive au fost îndepărtate resturile de lichid de pe suprafață cu ajutorul unei hîrtii de filtru, după care au fost uscate în etuvă la 40—42°C și 5 Torri, pînă la greutate constantă.

Determinările comportării la acțiunea diferitelor medii corosive au constat din:

— modificarea aspectului, urmărit prin observație vizuală;

— variația în greutate, măsurată cu balanța cu precizie ± 0,1 g;

— variația rezistenței la întindere din încovoiere, determinată cu aparatul Frühling—Michaelis STAS 5156—56;

— variația rezistenței la compresiune, determinată pe jumătățile epruvetelor rupte la încovoiere, cu presa hidraulică cu viteza de încărcare de 5 kgf/cm^2/s — STAS 5156—56;

— variația vitezei de propagare a ultrasunetelor, prin metoda ultrasonică de impuls și a frecvenței proprii de vibrație [6, 8, 11, 12, 13].

Verificările s-au realizat în soluții de diferite concentrații de acizi anorganici (HCl, H_2SO_4 și HNO_3), acid organic (CH_3COOH), bază anorganică (NaOH) și o sare anorganică (Na_2CO_3).

În afara acestor determinări s-au făcut și verificări ale comportării în condiții dinamice în soluție 1% de Na_2CO_3, foarte agresivă față de polimerii FA. Dispozitivul utilizat și modul de lucru au fost identice cu cele descrise la determinările extracției catalizatorilor acizi în apă distilată [5, 6]. Efectul corosiv al soluției 1% de Na_2CO_3 la 30°C în regim dinamic + static a fost constatat prin determinarea modificării aspectului și variației greutății și a vitezei de propagare a ultrasunetelor. Deoarece în urma studiului realizat [8] a reieșit că viteza de propagare a ultrasunetelor (V) reflectă cel mai bine apariția și evoluția coroziunii în timp, expunem în continuare numai rezultatele obținute pe această cale.

Tabela 1

Caracteristici fizico-mecanice la 28 de zile de la preparare

Compoziția	Suprafață specifică (cm^2)	d_{ap} (g/cm^3)	d_{abs} (g/cm^3)	Compactitate	Contracție (mm/m)	R_c (kgf/cm^2)	$R_{\hat{\imath}}$ (kgf/cm^2)	Uzură	
								(g/cm^2)	(mm)
Oramin special GR	2 995	1,89	2	0,945	1,65	750	218	0,147	0,82
Asplit FN	2 638	1,627	1,72	0,946	3,00	1 021	333	0,229	1,225

Tabela 2

Compoziția	Vîrsta	E_{din} (kgf/cm^2)	$E_{st}{}^0$ (kgf/cm^2)	E_{st} 0,33 (kgf/cm^2)	μ_d	$\mu_{st}{}^0$	R_{pr} (kgf/cm^2)	ε_l max (‰)	ε_{tr}. max (‰)
Oramin special GR	1 lună	137 000	139 000	129 000	0,32	0,33	625	6,5	2,5
Oramin special GR	1 an	171 000	169 000	157 000	0,27	0,29	840	7,1	3
Asplit FN	1 an	107 000	113 000	113 000	0,33	0,36	1 070	13,7	6

Notă: E_{din} = modul de elasticitate dinamic;
E_{st} = modul de elasticitate static;
μ_d = coeficient Poisson dinamic;
$\mu_{st}{}^0$ = coeficient Poisson static de zero;
R_{pr} = rezistență prismatică;
ε_l max = deformație specifică longitudinală la rupere;
ε_{tr} max = deformație specifică transversală la rupere.

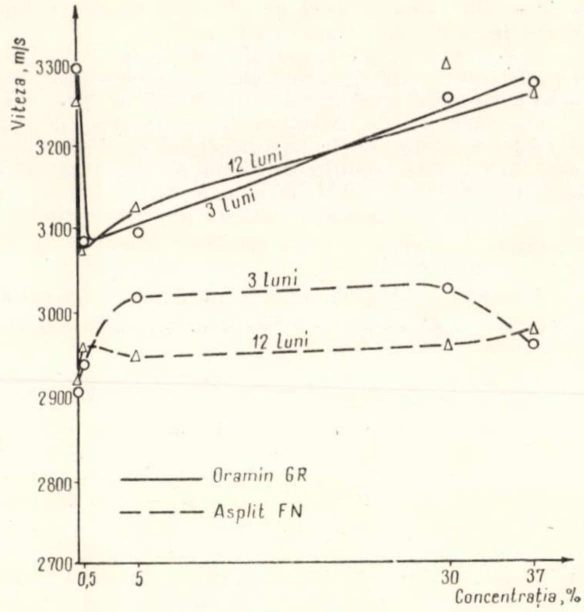


Fig. 1 – Variația vitezei de propagare a ultrasunetelor în funcție de concentrația HCl la masele Oramin GR și Asplit FN

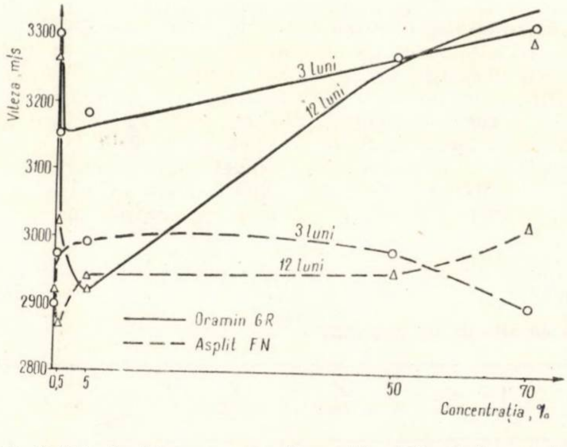


Fig. 2 – Variația vitezei de propagare a ultrasunetelor, în funcție de concentrația H_2SO_4, la masele Oramin GR și Asplit FN

II. REZULTATE ȘI INTERPRETĂRI

Pentru a pune în evidență, atît influența factorului timp, cît și a concentrației mediului corosiv asupra epruvetelor supuse la coroziune, am reprezentat în diagrame curbele variației vitezei de propagare a ultrasunetelor — pentru termenele de 3 și 12 luni — în funcție de concentrațiile fiecărui mediu corosiv.

Astfel, în figura 1 sînt reprezentate variațiile vitezei de propagare în *acid clorhidric* 0,5 ; 5 ; 30 și 37% după 3 și 12 luni de imersie. Se constată că la concentrațiile mici (0,5 și 5%), Oramin GR prezintă scăderi ale vitezei de propagare de 6—8%, în timp ce la concentrațiile mari (30 și 37%) valorile vitezei de propagare sînt practic egale cu cele dinaintea supunerii la mediu, chiar la termenul de 12 luni.

Același aspect l-au prezentat, de altfel, și rezultatele obținute la determinarea rezistenței la întindere din încovoiere ($R_{î}$), care prezintă scăderi mari față de cele inițiale la concentrațiile 0,5 și 5% la termenul de 12 luni și creșteri la soluțiile de 30 și 37%.

Asplitul FN are o comportare bună la toate concentrațiile, la ambele termene. Ca încheiere, putem trage concluzia că masa Oramin GR are o comportare satisfăcătoare în HCl pînă la concentrația de 5% și o comportare foarte bună la concentrații mai mari de 5%, domeniu în care poate fi comparat cu masa Asplit FN.

Comportarea epruvetelor supuse la H_2SO_4 este ilustrată în figura 2. S-au urmărit epruvete în soluții de 0,5 ; 5 ; 50 și 70%. Se observă că pînă la 3 luni comportarea este bună la toate concentrațiile, observîndu-se numai unele scăderi ale vitezei de propagare tot la concentrațiile mici (0,5 și 5%), care se accentuează la 12 luni (confirmate și de variația valorilor $R_{î}$ — cca 40%). La concentrațiile mari (50 și 70%), comportarea este bună chiar și după 12 luni, lucru evidențiat atît de valorile vitezei de propagare, cît și ale $R_{î}$.

Epruvetele Asplit FN au o comportare bună la toate concentrațiile, la ambele termene.

Putem deci afirma că masa Oramin GR are o comportare satisfăcătoare în H_2SO_4 pînă la concentrația de 5% și o comportare foarte bună în intervalul 5—70%, fiind similară celei a masei Asplit FN între limitele 50—70%.

O comportare mai slabă prezintă masa Oramin GR în HNO_3 (fig. 3).

Pînă la termenul de 3 luni de păstrare în soluțiile de HNO_3 (0,5 și 5%), masa anticorosivă Oramin GR prezintă o comportare bună. După acest termen se constată scăderi pronunțate ale valorilor vitezei de propagare (cca 20%) și ale $R_{î}$ (cca 40%) la concentrația 5%, ceea ce duce la concluzia că această masă are o rezistență limitată la concentrații peste 5%.

Această comportare mai slabă în mediul oxidant HNO_3 este confirmată și de modificările aspectului (în special la 12 luni, cînd suprafața epruvetelor prezintă asperități datorită degradării polimerului) și ale greutății (pierderi de cca 2% la HNO_3 5% la un an).

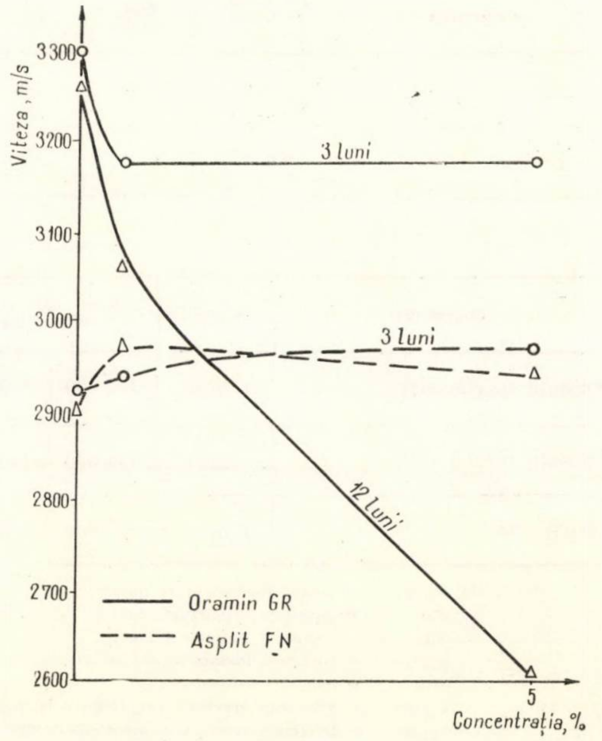
Masa anticorosivă Asplit FN are o comportare bună la ambele concentrații și termene, la toate determinările efectuate.

Considerăm deci că masa Oramin GR are o comportare slabă în mediul oxidant HNO_3, scăderile de rezistență fiind proporționale cu creșterea concentrației.

În vederea verificării comportării la acizi organici s-au făcut încercări la *acid acetic*, considerat unul dintre cei mai agresivi dintre aceștia. Variația vitezei de propagare în funcție de concentrația mediului corosiv la cele două termene — 3 și 12 luni — este ilustrată în figura 4.

Se constată că la termenul de 3 luni, atît Oramin GR, cît și Asplit FN au o comportare bună. La 12 luni, Asplit FN are, de asemenea, o comportare bună, Oramin GR prezentînd o ușoară scădere de cca 6%.

Fig. 3 – Variația vitezei de propagare a ultrasunetelor, în funcție de concentrația HNO_3 la masele Oramin GR și Asplit FN



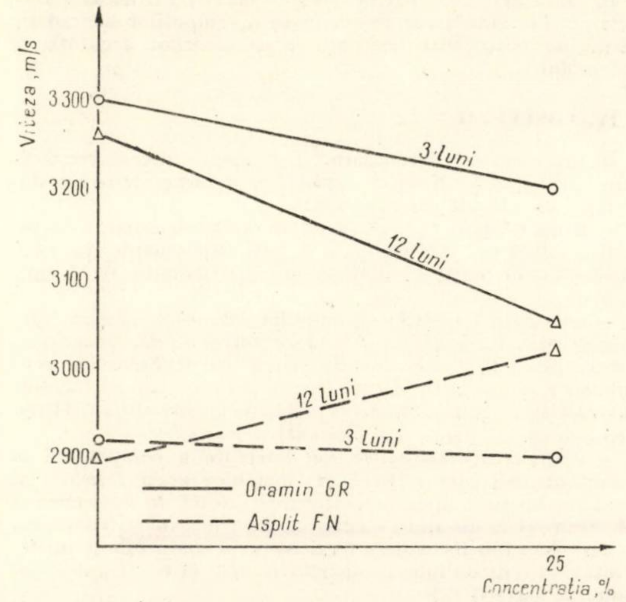


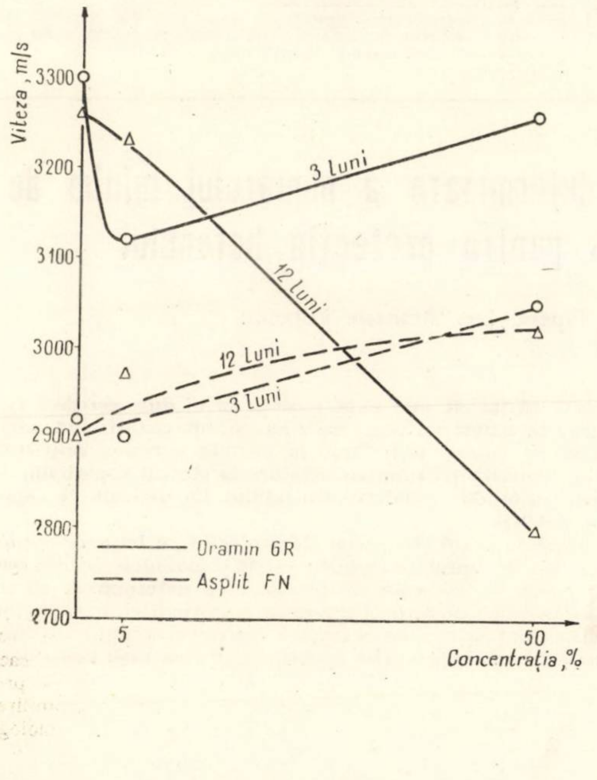
Fig. 4 – Variația vitezei de propagare a ultrasunetelor în funcție de concentrația CH_3COOH la masele Oramin GR și Asplit FN

Se poate spune deci că masa Oramin GR are o comportare bună în CH_3COOH 25% pînă la termenul de 3 luni și comportare satisfăcătoare la termenul de 12 luni, în comparație cu masa anticorosivă Asplit FN.

Dintre bazele anorganice s-a ales pentru studiul comportării cel mai reprezentativ – NaOH în concentrație de 5 și 50% (fig. 5).

În urma rezultatelor obținute a rezultat că nu există concordanță între comportarea în NaOH reflectată prin determinările R_i și cea reflectată prin determinările vitezei de propagare, mai concludente apărînd variațiile valorilor vitezei de propagare, atît față de valorile inițiale, cît și față de cele ale probelor martor. În acest sens se remarcă un început de atac la Oramin GR chiar de la 3 luni, proporțional cu creșterea concentrației și a timpului. Spre deosebire de acesta, Asplit FN are o comportare foarte bună în special la concentrație mai mare (50%).

Fig. 5 – Variația vitezei de propagare a ultrasunetelor, în funcție de concentrația NaOH la masele Oramin GR și Asplit FN



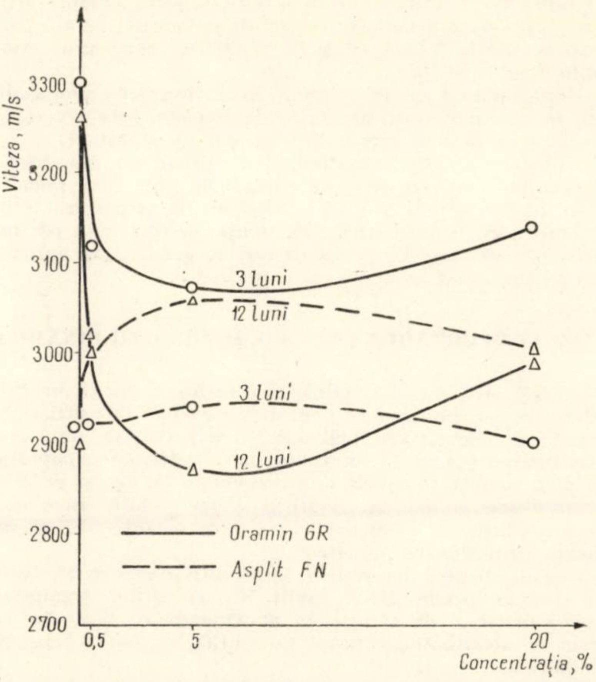


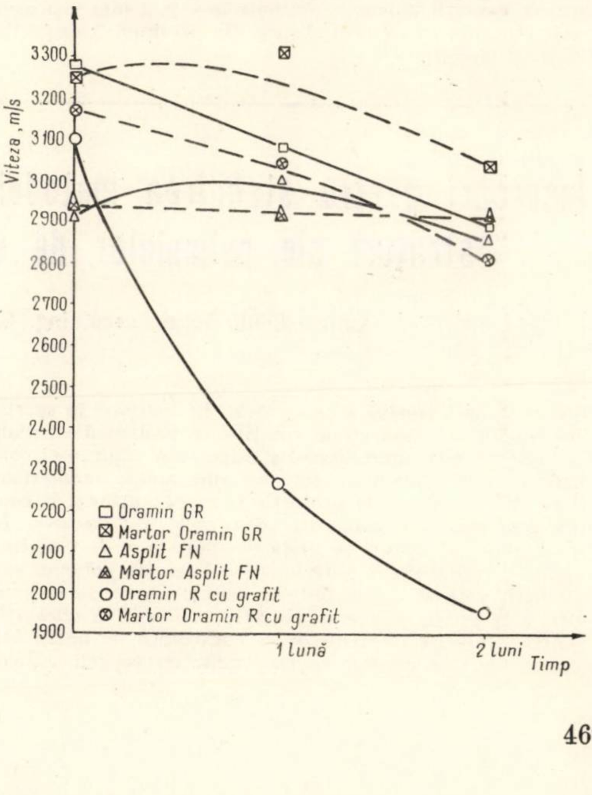
Fig. 6 – Variația vitezei de propagare a ultrasunetelor, în funcție de concentrația Na_2CO_3 la masele Oramin GR și Asplit FN

Din încercările făcute anterior asupra maselor anticorosive Oramin M și Oramin R, confirmate și în condiții de exploatare industrială, a reieșit că unul dintre mediile la care aceste produse sînt foarte sensibile este Na_2CO_3, în special în concentrații mici [6]. Pentru determinările comportării Oraminului special GR și Asplitului FN s-au ales concentrațiile 0,5 ; 5 și 20%. Rezultatele obținute sînt prezentate în figura 6.

Din analizarea rezultatelor au reieșit următoarele:

– În timp ce variația greutății prezintă creșteri în timp la masa Oramin GR, variația R_i prezintă scăderi simțitoare între 3 și 12 luni, care ajung la 30–35%, neobservîndu-se diferențe în funcție de concentrația mediului [8]. Dintre

Fig. 7 – Variația vitezei de propagare a ultrasunetelor, în funcție de timp la masele Oramin R (cu material de șarjare ca la Oramin GR), Oramin GR și Asplit FN supuse la acțiunea Na_2CO_3 1% în condiții dinamice



determinările efectuate, cel mai bine reflectă comportarea la mediile corosive variaţia vitezei de propagare, care indică pierderi, atît la 3 luni, cît şi la 12 luni, ce cresc proporţional în funcţie de timp.

— Concomitent cu scăderile R_i şi a vitezei de propagare apar şi unele modificări ale suprafeţei (puncte, pete, colorarea soluţiei spre galben) care indică un atac de suprafaţă.

— Comparativ cu Oraminul GR, epruvetele din Asplit FN prezintă mici creşteri ale vitezei de propagare pînă la termenul de 12 luni şi mici scăderi ale R_i şi ale greutăţii. Ca şi în cazul Oraminului GR, soluţia în care s-au păstrat epruvetele de Asplit FN s-a colorat în galben, iar epruvetele au prezentat colorații ale suprafeţelor.

III. COMPORTAREA LA Na_2CO_3 IN CONDIŢII DINAMICE

Întrucît, atît din determinările prezentate, cît şi din cele anterioare s-a constatat că unul dintre mediile cele mai agresive pentru masele din polimeri FA este Na_2CO_3 (mai ales între limitele 0,5—5%) s-a căutat să se determine comportarea şi în condiţii dinamice prin recirculare [5, 6], în vederea stabilirii unei metode accelerate şi a unei relaţii între cele două condiţii de încercare, verificîndu-se totodată şi influenţa agentului de întărire.

S-au ales pentru determinări în condiţii dinamice epruvete din Oramin special GR şi Asplit FN, cît şi din Oramin cu acelaşi material de şarjare ca al Oraminului GR, dar cu agent de întărire AcBzS în soluţie Na_2CO_3 1% la temperatura de 30°C.

Efectul soluţiei corosive a fost determinat prin încercări nedistructive la termenele de 1 şi 2 luni, măsurîndu-se, pe lingă vitezele de propagare a ultrasunetelor, şi variaţiile în greutate şi contracţiile liniare [8].

Variaţiile vitezei de propagare în funcţie de timp pentru cele trei compoziţii sînt ilustrate în figura 7. Se observă că:

— comportarea cea mai bună o prezintă Asplit FN, variaţiile vitezei de propagare fiind reduse, Oramin GR prezentînd scăderi ale vitezei de propagare de cca 5% la o lună şi cca 12% după 12 luni (cu toate că variaţiile greutăţii sînt similare) [8];

— o comportare mult mai slabă prezintă Oraminul cu material de şarjare ca la Oramin GR, dar avînd ca agent de întărire AcBzS, la care scăderile vitezei de propagare sînt de ordinul 35—40% după 2 luni (scăderile în greutate sînt de ordinul a 5%, iar contracţia de 13,49 mm/m) [8];

— datorită variaţiilor de mai sus, Oramin întărit cu AcBzS prezintă fisuri pe direcţia lungă a epruvetelor şi modificări ale aspectului.

În concluzie, privind rezultatele obţinute prin metoda de recirculare studiată, se observă că variaţiile vitezei de propagare în condiţii dinamice obţinute la 1 şi 2 luni concordă cu cele obţinute în condiţii statice (fig. 6) după 3 respectiv 12 luni de imersie.

În afară de caracterul de metodă accelerată, această testare duce la eliminarea permanentă a compuşilor degradaţi, permiţînd observarea imediată a schimbărilor greutăţii şi volumului.

IV. CONCLUZII

În urma analizării comparative a masei anticorosive Oramin special faţă de masa Asplit FN a firmei Hoechst din R.F.G. au rezultat următoarele:

— masa Oramin GR, cu toate că prezintă unele caracteristici inferioare Asplitului FN, este superioară celorlalte mase Oramin fabricate pînă în prezent (Oramin M şi Oramin R);

— rezistenţa chimică a Oraminului GR, deşi în general inferioară celei a Asplitului FN, este totuşi bună, epruvetele neprezentînd în toate cazurile semne de degradare şi continuînd a fi urmărite la termene ce depăşesc un an. Mediile cele mai agresive faţă de acest polimer s-au dovedit a fi HNO_3 (acid cu caracter puternic oxidant) şi Na_2CO_3;

— dintre toate sistemele de detectare a comportării la coroziune, cea care reflectă cel mai bine acest fenomen şi evoluţia lui în timp este măsurarea vitezei de propagare a ultrasunetelor, iar dintre determinările mecanice, rezistenţa la întindere din încovoiere (rezistenţa la compresiune nu reflectă suficient de bine comportarea reală la coroziune a polimerilor şarjaţi) [8].

— din compararea variaţiilor relative ale rezistenţei la întinderea din încovoiere şi a vitezei de propagare a ultrasunetelor la epruvetele păstrate în diferite medii corosive [8] a rezultat o corelaţie care reflectă sensibilitatea cu care metodele nedistructive folosite pot stabili acţiunea agresivă a diferitelor medii corosive asupra polimerilor şarjaţi.

Bibliografie

[1] Isăcescu D. A., Gavăt I., Stoicescu C., Vass C., Petruş I.: St. cerc. chim. vol. 14, nr. 3, 1965.

[2] Isăcescu D. A., Gavăt I., Ursu V.: St. cerc. chim. vol. 14, nr. 3, 1965.

[3] Isăcescu D. A., Ionescu I. V., Gavăt I.: St. cerc. chim. vol. 14, nr. 9, 1965.

[4] Teodorescu D., Vasiliu Al., Pipera G.: Rev. construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 8, 1965.

[5] Teodorescu D., Herdlicka A.: Rev. mat. plastice, vol. 4, nr. 4, 1967.

[6] x x x: *Cercetări privind utilizarea unor metode noi în studierea maselor anticorosive din polimeri.* Referat INCERC, martie 1968.

[7] Herdlicka A., Teodorescu D., Marchidan D.: *Studiul căldurii de întărire a unor polimeri filerizaţi anticorosivi.* Rev. mat. plastice (sub tipar).

[8] x x x: *Cercetări privind comportarea la coroziune a unor mase anticorosive de compoziţii îmbunătăţite pe bază de polimeri de furfurol-acetonă.* Referat INCERC, iulie 1968.

[9] x x x: Brevet R. S. R. 54168 — *Procedeu de blocare a agenţilor de întărire a polimerilor de condensare utilizaţi în fabricatia maselor de acoperire anticorosivă.*

[10] Făcăoaru I. Teodorescu D., Herdlicka A., Stamate G.: Rev. mat. plastice vol. 5, nr. 5, 1968.

[11] Făcăoaru I.: *Contribuţii la studiul întăririi betoanelor prin metode ultrasonice.* Teză disertaţie. I. P. Timisoara, 1960.

[12] Jones R.: *Les ésais non-destructifs du béton.* Paris, Ed. Eyrolles, 1967.

[13] Făcăoaru I., Stamate G.: *Asupra corelaţiei dintre constantele statice şi dinamice ale betonului.* Sesiunea RILEM-Varna, 1968.

Încercări pentru stabilirea metodei de determinare a numărului minim de straturi ale peliculelor de vopsea pentru protecţia betonului

Chim. Dinu Teodorescu, ing. Georgeta Pipera, ing. Atanasie Popescu

INCERC

Protecţia anticorosivă a elementelor de beton şi în special a elementelor de beton armat constituie o problemă esenţială în ceea ce priveşte durabilitatea şi asigurarea siguranţei construcţiilor supuse mediilor corosive din halele industriale.

Unul din sistemele de protecţie frecvent utilizat îl constituie protecţia prin acoperiri cu vopsele anticorosive. În ultimul timp au apărut pe piaţa mondială o mare varietate de vopsele rezistente la coroziune, pe bază de polimeri sau elastomeri, care se aplică într-un număr mare de straturi pentru a se putea realiza o protecţie anticorosivă eficientă.

Pentru protecţia elementelor de construcţii de beton sau beton armat este necesar ca acoperirile cu vopsele anticorosive să fie cît mai impermeabile la mediile corosive existente în industrie, deoarece s-au întîlnit cazuri cînd acoperirea cu vopsea a rezistat la mediile agresive respective, însă, datorită pătrunderii acestora la stratul suport din beton, s-a produs corodarea cimentului, iar pelicula de vopsea s-a exfoliat.

Dacă în cazul sistemelor de protecţie pe bază de vopsele aplicate pe suprafeţe metalice există o metodologie bine pusă la punct [1, 2], care dă posibilitatea determinării eficacităţii peliculei de protecţie şi chiar a grosimii ei, în cazul protejării suprafeţelor de beton sau mortar se impune stabilirea unui sistem de protecţie adecvat şi găsirea unei metodologii care să permită măsurarea rezistenței la medii corosive, respectiv a numărului minim de straturi care duce la obținerea unui sistem de protecție corespunzător.

În cadrul cercetărilor de laborator efectuate s-a adaptat și perfecționat metoda laboratorului central de coroziune al Institutului NIIJB – U.R.S.S. [3] pentru determinarea permeabilității de difuziune și implicit a numărului minim de straturi ale acoperirilor cu pelicule de vopsea aplicate pe suport de beton sau mortar și s-au elaborat metode originale pentru determinarea rapidă a rezistenței peliculelor de vopsea față de medii corosive sub formă lichidă și sub formă de vapori sau gaze umede agresive, în funcție de numărul minim de straturi de protecție.

Suprafețele de beton sau mortar care trebuie protejate cu pelicule de vopsea prezintă, în general, comparativ cu suprafața metalelor, un grad de rugozitate mult mai ridicat și o serie de defecte tehnologice care nu pot fi înlăturate decît parțial printr-o corectă executare a betonului sau mortarului și care nu permit obținerea unor pelicule de protecție continue.

De aceea este necesar ca peste suportul de beton sau mortar să se realizeze o suprafață lisă cu ajutorul unor gleturi sau chituri aderente la stratul suport și cu rezistență mărită la mediile agresive.

Ca urmare a cercetărilor efectuate în secția ,,Protecția contra coroziunii'' a INCERC s-au studiat și stabilit mai multe tipuri de gleturi și chituri, ca :

- glet de ciment-aracet,
- glet de nisip-aracet,
- chit fluid pe bază de aracet,
- chit epoxidic,
- chit perclorvinilic.

În cadrul cercetărilor efectuate pînă în prezent pentru punerea la punct a metodelor pentru determinarea numărului minim de straturi și a rezistenței vopselelor anticorosive la medii agresive s-au încercat numai epruvete de mortar a căror suprafață a fost acoperită cu masă de etanșare din glet de ciment-aracet, urmînd ca în continuare să se studieze și influența celorlalte tipuri de gleturi sau chituri.

Epruvetele au fost confecționate din mortar de ciment avînd următoarea compoziție (în greutate) : 1 : 3 (ciment P 400 : nisip 0—1 mm) ; raportul a/c = 0,65.

Epruvetele au avut o formă cilindrică cu diametrul = înălțimea = 5 cm, muchiile fiind rotunjite. În centrul acestor epruvete s-a introdus pe jumătate din înălțime cîte un electrod de oțel Ø5 mm. Înainte de introducere, electrodul a fost curățat la luciul metalic.

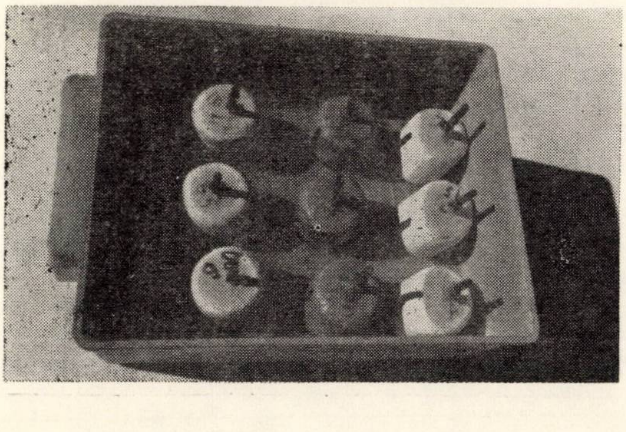
Pentru stabilirea metodei s-au utilizat trei tipuri de emailuri anticorosive pe bază de polimeri perclorvinilici furnizate de Laboratorul central de cercetări pentru lacuri și cerneluri — L.C.C.L.C. al Ministerului Industriei Chimice, și anume :

tip R = email perclovinilic cu polimer fabricat la combinatul chimic Borzești — R.S.R. ;
tip S = email perclorvinilic cu polimer fabricat în U.R.S.S ;
tip G = email perclorvinilic cu polimer fabricat în R.F.G.

Fiecare a fost aplicat în 4, 6 și 8 straturi.

Cu ajutorul rășinii perclorvinilice se pot obține pelicule cu rezistențe mari la substanțele chimice corosive datorită structurii sale compacte, cu puține grupe laterale. Această structură face însă ca produsul să prezinte defecțiuni din punct de vedere peliculogen, aderența și elasticitatea substanței fiind insuficiente.

Fig. 1 – Epruvete introduse în cuva de material plastic



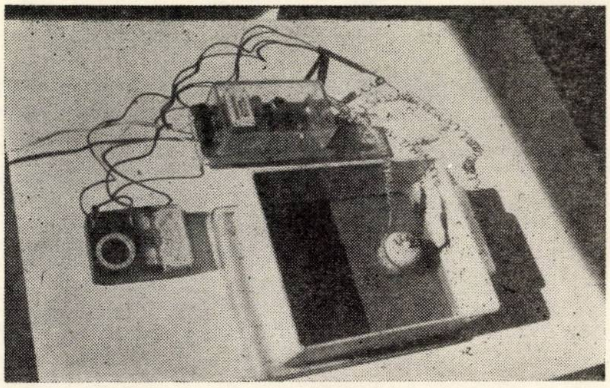


Fig. 2 – Vedere a montajului electric utilizat

Pentru a corecta aceste deficiențe se adaugă alte substanțe peliculogene, care au aderență și elasticitate bună [4].

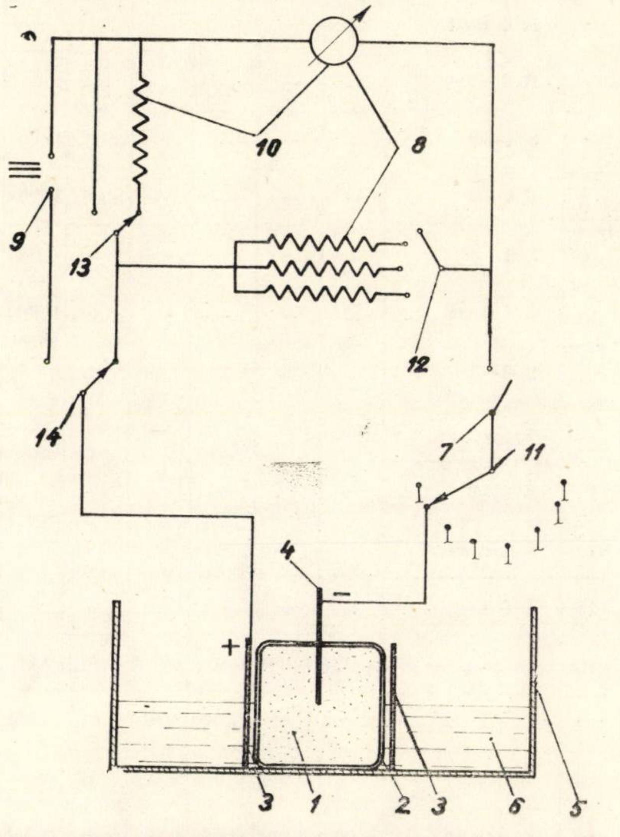


Fig. 3 – Schema montajului electric pentru determinarea numărului minim de straturi de pelicule de vopsea pe suprafețe de beton

1. epruvetă de mortar de ciment ; *2.* peliculă de vopsea de protecție ; *3.* electrod (cilindric) de platină ; *4.* electrod de oțel ; *5.* cuvă de material plastic protejată anticorosiv ; *6.* electrolit (mediul corosiv) ; *7.* intrerupător ; *8.* miliampermetru cu trei trepte de măsurare ; *9.* sursă de curent tranzistorizată stabilizată ; *10.* milivoltmetru ; *11 – 14.* comutatoare

Polimerul perclorvinilic obținut prin tratarea soluției de policlorură de vinil cu clor conține o cantitate de cca 65 % clor.

Epruvetele au fost introduse în cuve de material plastic umplute cu soluție de NaCl în concentrație de 3 % pînă la jumătate din înălțimea epruvetelor. Într-o cuvă s-au introdus nouă epruvete (fig. 1).

S-a utilizat ca electrolit clorura de sodiu, pentru că este foarte penetrantă și pentru că, datorită ionilor Cl^- armătura de metal se corodează în timp scurt și pentru că, în același timp, constituie un electrolit tare, care conduce bine curentul electric.

Montajul pentru determinarea numărului minim de straturi este reprezentat în figurile 2 și 3.

Tabela 1,

Variaţia intensităţii curentului, în funcţie de timp, la emailurile de perclorvinil de tipurile R, S şi G avînd 4, 6 şi 8 straturi păstrate într-o soluţie de NaCl 3%

Nr. crt.	Proba	Variaţia intensităţii curentului (mA) în funcţie de timp (ore)																
		316	392	503	597	692	790	884	1002	1096	1210	1298	1435	1530	1620	1710	1830	1000
1	R 4–1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,002	0,003
2	R 4–2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,002	0,003	0,004
3	R 4–3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,001	0,002
4	R 4 med	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,002	0,003
5	R 6 med	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	R 8 med	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	S 4–1	—	—	—	—	0,002	0,004	0,004	0,005	0,005	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,011	0,011
8	S 4–2	—	—	—	—	0,001	0,002	0,002	0,003	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,009
9	S 4–3	—	—	—	—	—	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010
10	S 4 med	—	—	—	—	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,005	0,006	0,007	0,008	0,008	0,010	0,010
11	S 6–1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,006	0,007
12	S 6–2	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,006	0,006
13	S 6–3	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,005	0,006
14	S 6 med	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,006	0,006
15	S 8 med	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	G 4–1	0,004	0,006	0,008	0,012	0,016	0,021	0,023	0,025	0,028	0,031	0,036	0,039	0,043	0,048	0,050	0,048	0,047
17	G 4–2	0,002	0,004	0,006	0,010	0,015	0,016	0,020	0,024	0,026	0,030	0,033	0,036	0,040	0,044	0,047	0,046	0,044
18	G 4–3	—	0,003	0,004	0,008	0,012	0,015	0,018	0,021	0,025	0,029	0,032	0,034	0,038	0,041	0,045	0,045	0,040
19	G 4 med	0,002	0,004	0,006	0,010	0,014	0,018	0,020	0,023	0,027	0,030	0,034	0,037	0,041	0,045	0,048	0,047	0,044
20	G 6–1	—	—	—	0,001	0,004	0,004	0,005	0,007	0,008	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011	0,011	0,012	0,013
21	G 6–2	—	—	—	0,002	0,005	0,005	0,004	0,006	0,006	0,007	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010	0,011	0,012
22	G 6–3	—	—	—	—	0,001	0,002	0,002	0,004	0,005	0,005	0,005	0,006	0,008	0,009	0,010	0,010	0,011
23	G 6–med	—	—	—	0,001	0,003	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,009	0,010	0,010	0,011	0,012
24	G 8–1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,003	0,004	0,004
25	G 8–2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,002	0,002	0,004
26	G 8–3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,002	0,003
27	G 8–med	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,002	0,003	0,004

Cuva cu electrolit reprezintă o celulă activă în schema electrică. Epruveta *1* se leagă prin electrodul de oțel *4*, care reprezintă anodul celulei, cu sursa de curent tranzistorizată stabilizată *9* care asigură constanța parametrului *U* al sursei de curent, indiferent de gradul de străpungere a peliculei, factor important pentru o bună reproductibilitate a rezultatelor. Catodul *3* este executat din platină și este indicat să aibă o formă cilindrică, astfel ca să înconjure epruveta. Forma diferită a catodului și depărtarea lui relativ mică de epruvetă nu influențează precizia metodei în cazul utilizării electroliților tari. Catodul se introduce în electrolit numai în timpul măsurării parametrilor curentului din circuit.

Pentru siguranța determinărilor este necesar ca pentru fiecare variantă să folosim trei epruvete, luînd în considerație media citirilor.

După introducerea epruvetelor în electrolit se determină apariția curentului în circuit, făcînd măsurători la fiecare 24 de ore. Controlul care urmează se efectuează periodic, la interval de 3—5 zile, pînă la distrugerea epruvetei.

Gradul permeabilității de difuziune se caracterizează prin timpul de absență a curentului electric în circuit și prin variația intensității curentului în funcție de timp.

Pătrunderea mediului corosiv prin pelicula de vopsea se determină prin apariția curentului electric măsurat în mA cu ajutorul unui miliampermetru foarte sensibil, cu trei trepte de măsurare *8*.

După ce în montaj se stabilește un circuit electric și epruveta începe să lucreze ca o pilă galvanică, se poate determina intensitatea curentului propriu al acestei micropile prin trecerea comutatorului *14* din poziția inițială *a* în poziția *b*, care scoate din circuit sursa exterioară de curent.

În prezent se lucrează la construirea unui montaj electric care să înglobeze într-un singur bloc închis toate comutatoarele, aparatele de măsură și circuitele aferente.

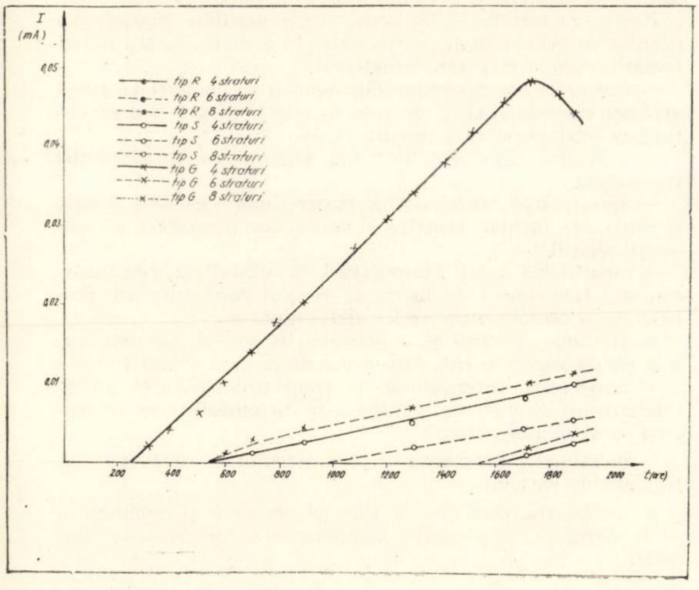
Această variantă îmbunătățită cuprinde și un milivoltmetru *10*, care oferă posibilitatea măsurării diferenței de potențial a pilei galvanice, care se formează după pătrunderea electrolitului prin pelicula de protecție.

Tensiunea, împreună cu intensitatea curentului produs de micropilă, caracterizează mai bine pătrunderea electrolitului prin pelicula de protecție anticorosivă și implicit gradul de degradare al peliculei.

Totodată s-a prevăzut un comutator cu nouă contacte, fiecare contact corespunzînd legăturii cu anodul uneia din cele nouă epruvete care se găsesc într-o cuvă. În acest fel se asigură o citire mult mai rapidă a parametrilor curentului.

Dependența dintre numărul de straturi și intensitatea curentului se observă în tabela 1 și figura 4, care reprezintă variația intensității curentului, în funcție de timp, la emailurile de perclorvinil de tip R, S și G, avînd patru, șase și opt straturi, epruvetele fiind păstrate într-o soluție de Na Cl cu concentrația de 3%. Se observă insuficienta rezistență a emailului perclorvinilic tip G, care chiar și în cazul peliculei în opt straturi este mai puțin rezistent decît emailul perclorvinilic tip R în patru straturi, care prezintă la această soluție o comportare foarte bună.

Fig. 4 – Variația intensității curentului în fucție de timp, la emailurile de perclorvinil tipurile R,G și S, avînd 4, 6 sau 8 straturi, păstrate într-o soluție de NaCl 3%



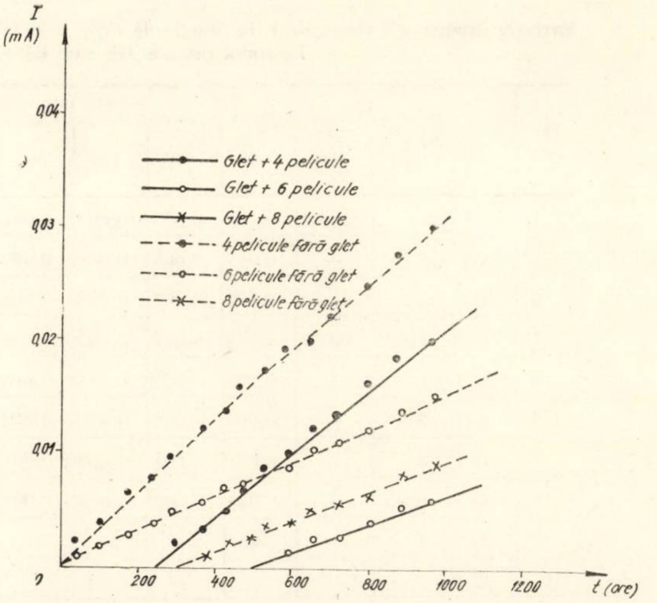


Fig. 5 – Variația intensității curentului în funcție de timp, la emailurile de perclorvinil tip G avînd 4, 6 sau 8 straturi, cu sau fără glet, păstrate într-o soluție de NaCl 3%

După cca 1 900 de ore de păstrare în soluția de electrolit, epruvetele de perclorvinil tip R în șase și opt straturi și tip S în opt straturi nu au fost încă pătrunse de electrolit.

Influența stratului de glet la epruvetele de perclorvinil tip G avînd patru, șase și opt straturi de pelicule aplicate pe suport gletuit sau negletuit și păstrate într-o soluție de NaCl cu concentrația de 3% este reprezentată în tabela 2 și figura 5.

Se remarcă apariția mai rapidă și amplitudinea mai mare a intensității curentului în cazul epruvetelor care nu au fost prevăzute cu un strat de glet peste suportul de beton sau mortar.

Semnificativă pentru aceste curbe este și tangenta unghiului format de o porțiune de curbă (asimilată cu un segment de dreaptă) cu abscisa. Tangenta reprezintă panta dreptei.

Pentru o porțiune oarecare a curbei, panta este dată de relația :

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{\Delta I_i}{\Delta t_i}$$

unde : $\operatorname{tg} \alpha_i$ este panta segmentului de dreaptă (*i*) ;

ΔI_i — diferența dintre valoarea superioară și cea inferioară a intensității curentului, limitate de segmentul de dreaptă (*i*) căruia i se determină panta ;

Δt_i — diferența dintre valoarea maximă și cea minimă a timpului, limitate de segmentul de dreaptă (*i*) căruia i se determină panta.

Panta mare a curbelor care reprezintă epruveta cu patru straturi de pelicule aplicate pe un suport negletuit (fig.5) indică o degradare mai rapidă a peliculei datorită numărului insuficient de straturi de protecție și neregularităților suprafeței suportului de mortar, care nu permite obținerea unei pelicule de protecție continue. Panta mare a curbelor care reprezintă patru straturi de pelicule aplicate pe un suport gletuit comparativ cu a curbelor ce reprezintă epruvetele cu șase straturi de pelicule de aceeași proveniență, aplicate pe același suport gletuit, indică o degradare mai rapidă a peliculei datorită numărului insuficient de straturi de pelicule.

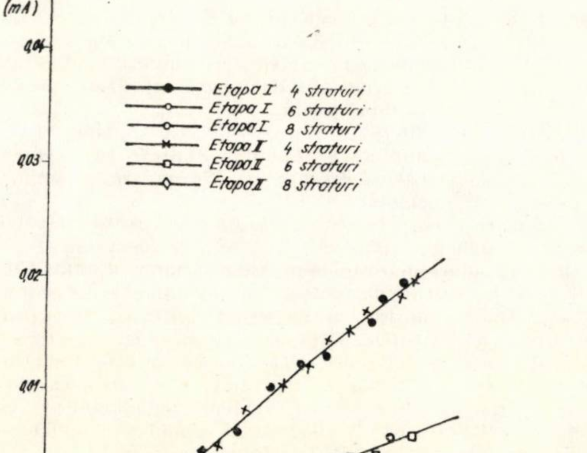
Pentru a se verifica gradul de reproductibilitate al acestei metode s-au peliculizat, în două etape diferite, două serii de epruvete cu perclorvinil tip G în patru, șase și opt straturi de emailuri. La ambele serii, peliculizarea s-a efectuat

Tabela 2

Variaţia intensităţii curentului în funcţie de timp la emailurile de perclorvinil tip G, avînd 4, 6 sau 8 straturi cu sau fără glet (notate Gg sau G) păstrate într-o soluţie de NaCl 3%

Nr. crt.	Proba	Variaţia intensităţii curentului (mA) în funcţie de timp (ore)												
		14	30	100	176	240	316	392	503	597	692	790	884	1002
1	G4−1	0,001	0,003	0,005	0,007	0,009	0,012	0,015	0,017	0,019	0,023	0,026	0,028	0,032
2	G4−2	—	0,001	0,003	0,006	0,007	0,009	0,012	0,016	0,018	0,021	0,024	0,025	0,030
3	G4−3	0,001	0,002	0,005	0,008	0,008	0,010	0,014	0,017	0,019	0,022	0,026	0,028	0,031
4	G 4−med	0,001	0,002	0,004	0,007	0,008	0,010	0,013	0,016	0,019	0,022	0,025	0,027	0,031
5	G 6−1	—	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,013	0,013
6	G 6−2	—	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,005	0,007	0,009	0,010	0,012	0,015	0,016
7	G 6−3	—	0,001	0,001	0,003	0,005	0,006	0,007	0,008	0,011	0,011	0,012	0,014	0,016
8	G 6−med	—	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,009	0,010	0,012	0,014	0,015
9	G 8−1	—	—	—	—	—	—	0,001	0,004	0,005	0,006	0,006	0,008	0,009
10	G 8−2	—	—	—	—	—	—	0,001	0,003	0,004	0,004	0,005	0,007	0,008
11	G 8−3	—	—	—	—	—	—	—	0,002	0,004	0,005	0,006	0,009	0,010
12	G8−med	—	—	—	—	—	—	0,001	0,003	0,004	0,005	0,006	0,008	0,009
13	Gg 4−1	—	—	—	—	—	0,002	0,004	0,006	0,009	0,011	0,015	0,017	0,019
14	Gg 4−2	—	—	—	—	—	0,001	0,004	0,008	0,010	0,012	0,016	0,017	0,020
15	Gg 4−3	—	—	—	—	—	0,002	0,005	0,007	0,010	0,013	0,016	0,019	0,021
16	Gg 4 med	—	—	—	—	—	0,002	0,004	0,007	0,010	0,012	0,016	0,018	0,020
17	Gg 6−1	—	—	—	—	—	—	—	—	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008
18	Gg 6−2	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,001	0,003	0,005	0,005
19	Gg 6 −3	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,002	0,003	0,004	0,004
20	Gg 6-med	—	—	—	—	—	—	—	—	0,001	0,002	0,003	0,005	0,006
21	Gg 8-med	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Fig. 6 – Verificarea reproductibilităţii metodei cu ajutorul a două serii de epruvete de perclorvinil tip G aplicat în 4, 6 sau 8 straturi pe acelaşi suport de glet de ciment-aracet, păstrate în soluţie de NaCl 3%



pe un acelaşi suport de glet şi anume gletul de ciment-aracet, după care epruvetele au fost introduse în soluţie de NaCl cu concentraţia de 3%.

După cca 950 de ore de păstrare în această soluţie, diferenţa maximă dintre cele două serii de valori care reprezintă variaţia intensităţii curentului în funcţie de timp la cele două serii de epruvete (tabela 3 şi fig. 6) reprezintă cca 5% din valoarea maximă, ceea ce conferă metodei o precizie bună.

Pentru ca rezultatele să poată fi comparabile, considerăm necesar ca pentru toate epruvetele şi pe toată durata determinărilor să se respecte următoarele:

— executarea epruvetelor din mortar cu materiale avînd aceleaşi caracteristici şi de aceeaşi compactitate pentru obţinerea unei porozităţi practic egale;

— utilizarea unor emailuri sau vopsele cu caracteristici constante;

— amestecarea suficientă a materialelor, corecta dozare şi păstrarea închisă ermetic a vopselelor preparate cu solvenţi volatili;

— menţinerea unei temperaturi şi umidităţi constante conform tehnologiei de lucru, în timpul confecţionării probelor şi în camera unde se fac determinările;

— aplicarea gletului şi a peliculei în aceeaşi grosime numai pe un suport uscat, fără urme de praf şi corect finisat;

— respectarea intervalului de timp prescris între diferitele straturi de pelicule, pentru a se da posibilitatea solvenţilor să se elimine complet;

— menţinerea constantă a parametrului U al sursei exterioare de curent;

— verificarea periodică a soluţiei corosive şi schimbarea ei în cazul că se constată modificarea caracteristicilor iniţiale.

Tabela 3

Verificarea reproductibilităţii metodei cu ajutorul a două serii de epruvete de perclorvinil de tip G (notate Ga şi Gb) aplicat, în 4, 6 sau 8 straturi, pe acelaşi suport de glet de ciment-aracet şi păstrate în soluţie de NaCl 3%

Nr. crt.	Proba	Variaţia intensităţii curentului (mA) în funcţie de timp (ore)															
		316	320	392	424	488	503	597	650	692	694	790	805	884	896	1002	1006
1	G 4—a—1	0,004		0,006			0,008	0,012		0,016		0,021		0,023		0,025	
2	G 4—a—2	0,002		0,004			0,006	0,010		0,015		0,016		0,020		0,024	
3	G 4—a—3	—		0,003			0,004	0,008		0,012		0,015		0,018		0,021	
4	G 4—a-med	0,002		0,004			0,006	0,010		0,014		0,018		0,020		0,023	
5	G 6—a—1	—		—			—	0,001		0,004		0,004		0,005		0,007	
6	G 6—a—2	—		—			—	0,002		0,005		0,005		0,004		0,006	
7	G 6—a—3	—		—			—	—		0,001		0,002		0,002		0,004	
8	G 6—a-med	—		—			—	0,001		0,003		0,004		0,004		0,005	
9	G 8—a-med	—		—			—	—		—		—		—		—	
10	G 4—b—1		0,003		0,005	0,006			0,012		0,015		0,020		0,022		0,024
11	G 4—b—2		0,004		0,006	0,006			0,012		0,015		0,019		0,021		0,023
12	G 4—b—3		0,002		0,004	0,006			0,011		0,014		0,018		0,019		0,022
13	G 4—b-med		0,003		0,005	0,006			0,012		0,015		0,019		0,021		0,023
14	G 6—b—1		—		—	—			0,002		0,004		0,004		0,005		0,006
15	G 6—b—2		—		—	—			0,001		0,003		0,004		0,005		0,005
16	G 6—b—3		—		—	—			0,001		0,002		0,003		0,004		0,005
17	G 6—b-med.		—		—	—			0,002		0,003		0,004		0,005		0,005
18	G 8—b-med.		—		—	—			—		—		—		—		—

Ca urmare a rezultatelor obţinute cu ajutorul metodei descrise se vor studia în continuare diverse sisteme de vopsire pe bază de polimeri, aplicate pe straturi suport diferite de gleturi sau chituri şi supuse unor medii corosive diverse şi de concentraţii variabile şi care vor duce la definitivarea metodologiei pentru stabilirea numărului minim de straturi şi la stabilirea eficacităţii sistemelor de pelicule anticorosive.

Bibliografie

[1] Poliakov K.A. : *Materiale nemetalice rezistente la agenţi chimici*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1966.

[2] Bureau M. : *Corrosion — Traitements — Protection — Finition*, vol. 16, nr. 5, 1968.

[3] Sneiderova V. V., Mihailov B. A., Migaeva G. S. : *Lakokrasocinie materiali i ih primenenie* nr. 5, 1966.

[4] Grossman R. : *Buletin tehnico-informativ L.C.C.L.C.*, nr. 11, 1966

Aparate pentru studiul de laborator al coroziunii realizate la secţia „Protecţia contra coroziunii" din INCERC

Tehn. G. Popeea

INCERC

De la înfiinţarea în cadrul INCERC a secţiei „Protecţia contra coroziunii" au trecut şase ani. În această perioadă am avut de rezolvat o serie de teme pentru care nu eram dotaţi cu aparatura necesară, iar despre existenţa unor aparate corespunzătoare problemelor noastre aveam date foarte vagi sau de loc.

În acest sens menţionăm determinarea rezistenţei unor betoane şi mortare la agresivitate carbonică, studierea comportării chiturilor de pardoseli din industria chimică, a laptelui din vopsitorii etc. în condiţiile atacului alternat al unor agenţi agresivi diferiţi, încercări asupra peliculelor de protecţie aplicate pe suprafeţe metalice expuse atmosferelor industriale agresive ş.a.

A apărut astfel necesitatea de a concepe în cadrul secţiei aparate pentru studiile respective; la unele dintre acestea a trebuit să întocmim şi proiectul de execuţie.

În scopul sporirii posibilităţilor de utilizare, am căutat ca — pe cît posibil — sistemul constructiv să permită folosirea aparatelor la mai multe tipuri de încercări, iar forma şi dimensiunile probelor să poată fi variate în limite relativ largi.

În cele ce urmează se prezintă unele dintre aceste aparate, care şi-au dovedit pe parcurs utilitatea în activitatea de cercetare a secţiei.

I. **Aparatul de coroziune prin CO_2 agresiv** (fig. 1) a fost conceput pentru studierea pe epruvete relativ mari a comportării unor betoane şi mortare cu diferite compoziţii, în condiţiile unei agresivităţi puternice datorate prezenţei apelor carbogazoase naturale în sol.

Prototipul realizat de noi cuprinde opt recipiente asamblate în baterie pe un şasiu metalic, confecţionate din tablă OL 38

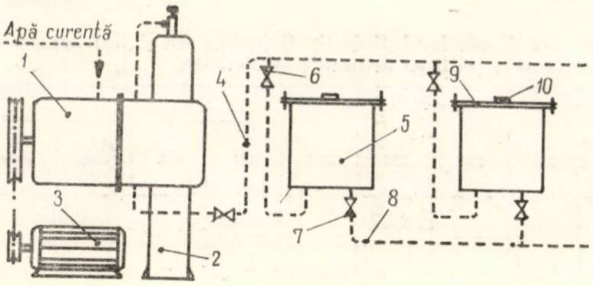


Fig. 1 – Aparat de coroziune prin CO_2 agresiv

1. agregat pentru apă carbogazoasă; *2.* butelie CO_2; *3.* electromotor; *4.* conductă apă carbogazoasă; *5.* recipient pentru probe; *6.* robinet admisie soluție; *7.* robinet evacuare soluție; *8.* conductă evacuare; *9.* capac; *10.* bușon

și cositorite în interior. Dimensiunile interioare ale recipientelor sînt 500 × ∅ 270 mm.

Epruvetele se introduc în recipiente, după care capacele sînt fixate în prezoanele respective.

În agregat se prepară apă carbogazoasă la presiunea dorită. După preparare, recipientele se umplu cu această apă, presiunea fiind menținută prin introducerea suplimentară de CO_2 în agregat.

Periodic, după necesitate, soluția uzată este evacuată, fiind înlocuită cu alta proaspătă; perioada de timp la care trebuie schimbată soluția este determinată prin tatonări, determinîndu-se duritatea temporară a soluției.

Echipat cu un agregat pentru fabricarea apei carbogazoase, produs de întreprinderea „Metalurgica" – București, aparatul realizează la + 13° C și 7,5 At un conținut în CO_2 de cca 17 000 mg/l.

Construcția aparatului nu ridică probleme deosebite; singura dificultate mai serioasă întîmpinată în exploatare este necesitatea de a cositori periodic recipientele în interior pentru a preveni corodarea lor.

II. **Aparatul pentru încercări în ceață salină** a fost realizat de noi după un proiect al ICPE.

În prezent se află în construcție o variantă a acestuia, care – în urma modificărilor pe care le-am adus proiectului inițial – nădăjduim că va da rezultate mai bune.

Aceste modificări sînt în principal următoarele:

— Motorul electric nu mai este așezat în prelungirea axului discului rotor, ci deplasat lateral, legătura cu axul rotorului făcîndu-se printr-o curea de transmisie. Se înlătură astfel posibilitatea pătrunderii soluției saline în interiorul motorului, fapt ce a provocat – la primul aparat construit de noi – de două ori arderea bobinajului.

— Alimentarea aparatului cu soluție salină se face prin intermediul unui ultratermostat care funcționează în circuit închis și care menține constantă temperatura soluției. Se elimină astfel încălzirea camerei și supapa electromagnetică pentru soluție.

Aparatul este complet automat, comenzile de pornire și oprire fiind date de către un ceas cu program „Automatica".

Bineînțeles, ultratermostatul trebuie protejat împotriva acțiunii corosive a soluției de sare. Noi am aplicat cu bune rezultate o protecție catodică, cu anozi de Zn.

III. **Aparatul de coroziune în medii alternante** (fig. 2) a fost proiectat în vederea efectuării de determinări privind comportarea chiturilor de pardoseli și a altor materiale la acțiunea alternată a unor medii agresive; el reproduce în laborator condițiile în care sînt exploatate unele pardoseli din industria chimică, a laptelui etc.

Comenzile de pornire și oprire a motorului sînt date de un ceas cu program. La primirea comenzii de pornire, motorul acționează pompa de ulei care trimite uleiul din rezervor în cilindru; acesta este deplasat în sus și antrenează în această mișcare placa superioară cu care este solidar și suporturile pentru epruvete. La capătul cursei cilindrului, suporturile sînt ieșite complet din bazine, marginea inferioară a suporturilor depășind cu cca 50 mm marginea superioară a bazinelor.

Ansamblul rămîne în această poziție tot timpul cît funcționează motorul, respectiv cca 7 minute, pentru ca soluțiile să se scurgă de pe probe. În acest timp, uleiul trimis în continuare de pompă este dirijat înapoi în rezervor de către supapa specială, care este astfel reglată încît la o creștere relativ mică (cca 30%) a presiunii uleiului din cilindru schimbă sensul de circulație al uleiului spre rezervor.

La comanda de oprire a motorului, pe care o dă ceasul cu program, cilindrul începe să coboare datorită propriei greutăți; uleiul este împins în rezervor prin supapă. Odată cu coborîrea cilindrului are loc și o rotire a acestuia cu 60°, provocată de știftul care urmărește canalele de ghidaj frezate pe partea cilindrică exterioară a pistonului.

Prin rotire, probele sînt deplasate fiecare deasupra vasului următor, după care coborîrea se face vertical pînă la limita inferioară a cursei cilindrului. Se realizează în felul acesta alternarea mediilor care acționează asupra epruvetelor.

De obicei, din cele șase vase, trei sînt folosite pentru mediile agresive; între acestea sînt intercalate celelalte trei cu apă pentru spălare, aceasta în scopul evitării impurificării mediilor.

Durata de menținere a probelor într-un mediu poate varia între 15 minute și 24 de ore.

Temperatura mediilor urma, conform proiectului, să fie menținută constantă cu ajutorul rezistențelor electrice cu termoregulator. Acest lucru nu a fost însă realizabil datorită sensibilității reduse a termoregulatoarelor folosite. În rest, construcția și exloatarea aparatului nu au generat probleme deosebite.

IV. **Aparatul de coroziune în atmosfere industriale Md. I** (fig. 3) produce în camera de probe o atmosferă umedă, cu temperatura variabilă, avînd un conținut relativ ridicat de gaze agresive specifice industriei chimice anorganice (Cl_2, SO_2, NO_2 etc.).

Etanșarea se face printr-un canal continuu pe marginea cuvei, în care se așază marginea cupolei. Canalul se umple cu apă sau cu un alt lichid de etanșare.

Umiditatea se realizează prin producerea unei perdele de apă de către dușul alimentat de termostat. Apa se întoarce în termostat prin sifonul de scurgere, obținîndu-se astfel un circuit închis în scopul evitării pierderilor de gaze.

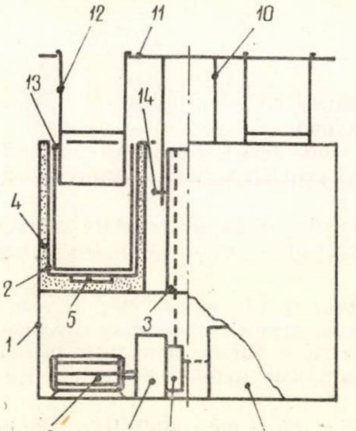


Fig. 2 – Aparat de coroziune prin medii alternante

1. șasiu metalic; *2.* bazin; *3.* piston fix cu canale ghidaj; *4.* termoizolație; *5.* rezistență cu termoreglare; *6.* electromotor; *7.* pompă de ulei; *8* supapă specială; *9.* rezervor de ulei; *10.* cilindru mobil; *11.* placă superioară; *12.* suport epruvete; *13.* vas pentru medii agresive; *14.* știft ghidaj

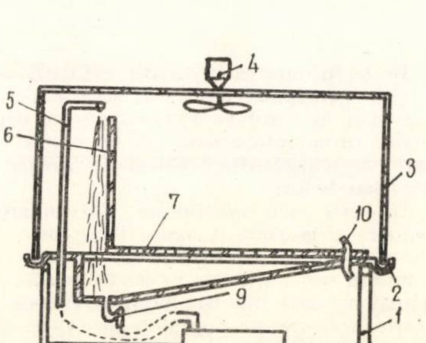


Fig. 3 – Aparat de coroziune în atmosfere industriale Md. I

1. șasiu metalic; *2.* cuvă plexiglas; 3. cupolă plexiglas; *4.* agitator aer; *5.* țeavă Pb (duș); *6.* ecran protecție; *7.* suport probe; *8.* ultratermostat; *9.* sifon scurgere; *10.* tub introducere gaze; – ceas programare

Variația temperaturii se obține prin alternarea funcționării termostatului — care furnizează apă caldă — cu perioade de nefuncționare, în care temperatura din interiorul camerei scade pînă la cea a mediului ambiant.

Această alternare este comandată automat de ceasul de programare. Temperatura poate fi variată între + 20 și + 80°C.

Gazele corosive sînt introduse printr-un tub confecționat din Pb.

Sistemul practic de etanșare face posibilă instalarea aparatului în laborator fără măsuri speciale de protecție împotriva gazelor cu care se lucrează, permițînd în același timp accesul comod și rapid la probele din interiorul aparatului, prin ridicarea și îndepărtarea cupolei.

Termostatul trebuie protejat împotriva acțiunii corosive a gazelor folosite; paleta și axul agitatorului de aer sînt confecționate din oțel inoxidabil.

Construcția și folosirea acestui aparat nu ridică probleme dificile.

V. Aparatul de coroziune în atmosfere industriale Md. II (fig. 4) este conceput pentru studierea efectului atmosferelor industriale puternic agresive asupra finisajelor interioare și exterioare ale clădirilor. Efectul lui se bazează pe diferențierea condițiilor la care sînt supuse cele două fețe ale probei, reproducînd astfel în laborator situația pereților și plafoanelor construcțiilor din industria chimică.

Diferențierea se realizează în ce privește temperatura, umiditatea și presiunea aerului din camerele laterale, în contrast cu camera de mijloc.

Temperatura minimă în camera de mijloc este — 15°C, cea maximă în camerele laterale +70°C.

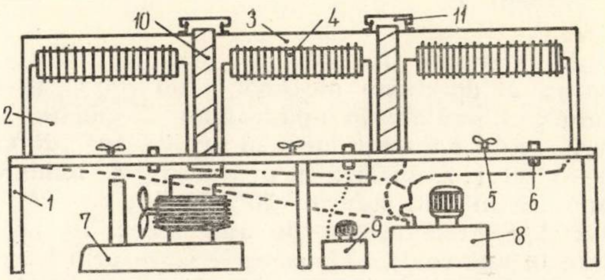


Fig. 4 – Aparat de coroziune în atmosfere industriale Md. II

1. șasiu metalic; *2.* cameră laterală (plexiglas); *3.* cameră de mijloc (plexiglas); *4.* schimbător de căldură; *5.* agitator aer; *6.* tub introducere gaze; *7.* agregat frigorific; *8.* ultratermostat; *9.* pompă vid; *10.* probă; *11.* dispozitiv de strîngere; — ceas programare

Umiditatea relativă maximă în camerele laterale este de peste 95%, în camera de mijloc fiind minimă (sub 30%) reglabilă prin introducere de vapori de apă, respectiv prin uscare cu $CaCl_2$.

Diferența de presiune între camere este de maximum 20 mm col. Hg, realizabilă cu pompă de vid sau trompă de apă.

În camerele laterale se introduc gazele agresive la a căror acțiune se studiază comportarea finisajelor aplicate pe probe.

Etanșarea camerelor față de probe se face prin garnituri de cauciuc.

Acest aparat este actualmente în construcție, astfel încît deocamdată nu se pot prezenta observații privind funcționarea lui.

Protecția aluminiului în climat marin

Ing. L. Strat, ing. L. Oprean

ICPE – București

I. GENERALITĂȚI

Aluminiul a dobîndit în ultimele decenii o foarte mare răspîndire, fiind utilizat pe scară largă în arhitectonica modernă și în construcțiile de mașini și utilaje.

Ca urmare a acestui fapt s-au inițiat — pe plan mondial — studii pentru cunoașterea exactă a comportării aluminiului în diferite condiții de exploatare, care au avut ca rezultat publicarea unor date din care reiese că este eronat să se considere acest metal ca absolut rezistent și în consecință este necesară protejarea lui în cazuri speciale [1,2].

Aluminiul, deși este un metal nenobil (potențial electrochimic —1,66 raportat la electrod de referință de hidrogen) se acoperă instantaneu, în prezența oxigenului din aer, cu o peliculă de oxid care constituie o barieră față de mediul ambiant [1—7]. Acest strat, care conferă pasivitate aluminiului, prezintă unele deficiențe datorită grosimii sale reduse (circa 10—20 Å), precum și prezenței porilor prin care anumiți factori agresivi vin în contact direct cu metalul. Acest fapt a dus la studierea posibilităților de remediere, respectiv a protecțiilor posibile, dintre care cele mai uzuale sînt îngroșarea stratului de oxid sau izolarea cu pelicule organice (vopsele) [1—10].

Extinderea folosirii aluminiului turnat în industria de autovehicule a ridicat și probleme legate de acoperirile metalice (galvanice) [6, 9, 10].

Verificarea rezistenței protecțiilor într-un mediu de mare agresivitate cum este climatul marin a constituit obiectul unui studiu inițiat la Institutul de cercetări și proiectări pentru industria electrotehnică (ICPE)—București, prezentat în cele ce urmează.

II. LUCRĂRI EFECTUATE

II. 1. Efectuarea epruvetelor

Epruvetele au fost executate din tablă de aluminiu 99,5% cu dimensiuni de 70 × × 140 × 1 mm.

Protejarea aluminiului s-a făcut prin oxidare anodică, acoperire galvanică cu nichelcrom sau vopsire.

Oxidarea anodică

Pentru realizarea oxidării anodice s-au folosit două tehnologii:

Tehnologia I

1. Degresare în solvenţi organici; *2.* uscare; *3.* degresare alcalină la 60–80°C, 1–3 min.; *4.* spălare în apă caldă; *5* spălare în apă rece; *6.*tratare cu acid azotic 10 % 25°C, 4–5 sec.; *7.* spălare în apă rece; *8.* oxidare anodică în acid sufuric 10% (vol.), 20–25°C, 1,2 A/dm^2; *9.* spălare în apă rece; *10.* spălare în apă caldă; *11.* compactizare prin imersie în coloranţi organici produşi de fabrica CIBA sau în bicromat de potasiu; *12.* spălare în apă rece; *13.* uscare cu aer cald.

Compactizarea în bicromat de potasiu s-a făcut la straturile de oxid de 10 µm, iar în coloranţi organici la straturi de oxid de 4, 10 şi 20 µm.

Tehnologia II

Cuprinde operaţii similare ca la tehnologia I, avînd intercalată lustruirea mecanică înainte de operaţia *1* şi lustruirea chimică în amestec de acid fosforic 80% (vol.), acid azotic 5% (vol.), acid acetic 5% (vol.), rest apă, la 90°C, urmat de spălare în apă rece înainte de operaţia *8.*

Durata oxidării anodice a fost variată pentru a se obţine o grosime a stratului de oxid de 4, 10, 20 µm. Varianta de oxidare precedată de lustruire s-a aplicat la grosimea de 10 µm.

Grosimea stratului de oxid a fost măsurată prin metoda gravimetrică.

Acoperirea galvanică de nichel-crom

Tehnologia de aplicare

1. Degresare în solvenţi organici; *2.* uscare; *3.* degresare alcalină 60–80°C, 1–3 min.; *4.* spălare în apă caldă; *5.* spălare în apă rece; *6.* decapare în acid azotic 50% (vol.), 20–25°C, 2–3 sec ; *7.* spălare în apă rece; *8.* depunere de zinc din soluţia de NaOH 500 g/l, ZnO 75 g/l, sare Seignette 10 g/l, $FeCl_3$ 1 g/l, 20–25°C 40–60 sec ; *9.* spălare în apă rece; *10.* decapare în acid azotic 475 g/l, 20–25 °C, 2–5 sec.; *11.* spălare în apă rece; *12.* depunere de zinc ca la *8*; *13.* spălare în apă rece (de 2 ori); *14.* nichelare din soluţie de $NiSO_4$ 110 g/l, Na_2SO_4 200 g/l, H_3BO_3 40 g/l, NaCl 25 g/l, 1–2 A/dm^2, 30–40°C, pH 5,5–5,8; *15.* spălare în apă rece; *16.* cromare cu CrO_3 400 g/l, H_2SO_4 ($d = 1{,}84$) 4 g/l, 15 A/dm^2, 40–50°C, 4 min.; *17.* spălare în apă rece; *18.* spălare în apă caldă; *19.* uscare.

Grosimea stratului de nichel a fost de 5, 18 36 şi 42 µm, cromul fiind depus pe toate variantele într-o grosime de 0,5 µm.

Grosimea stratului galvanic a fost determinată cu metoda picăturii conform STAS 6854–63.

Vopsirea

Ca pregătire înainte de vopsire s-au aplicat două tehnologii.

Tehnologia I

1. Degresare în solvenţi organici; *2.* uscare; *3.* grunduire cu grund reactiv G 404–50 (cu doi componenţi); *4.* uscare.

Grundul reactiv a avut circa 15–20 µm grosime.

Tehnologia II

Oxidare anodică de 5 µm grosime, executată conform tehnologiei I de la „Oxidarea anodică" operaţiile *1–10*, după care a urmat uscarea.

Ambele variante de pregătire au fost vopsite cu vopsele pe bază de : *1.* nitrocombinate; *2.* răşini alchido-melaminice (RD 40 + melamină); *3.* epoxiesteri (ED 4 şi LR 8); *4.* alchidice (I 60, Ip 70, IT 503). Materialele de vopsire au timpul de uscare de 24 de ore la 20 °C, cu excepţia variantei *2*, care are uscare la 140 °C timp de o oră.

Grosimea medie a stratului de vopsea depus a fost de circa 70 µm, determinarea grosimii fiind făcută prin diferenţă de greutate.

II. 2. Expunerea epruvetelor

Epruvetele realizate conform pct. II. 1 au fost expuse în staţia experimentală ICPE de la Agigea, situată pe malul Mării Negre.

Regimul de temperatură este caracteristic climatului temperat.

În timpul lunilor de primăvară şi toamnă este favorizată formarea de condens încărcat cu aerosoli de clorură de sodiu.

Direcţia vînturilor predominante este de la mare la uscat, în special în timpul nopţii, intensitatea acestora crescînd între orele 20 şi 2. Precipitaţiile ating circa 30 mm lunar, în fiecare an fiind circa 70–80 de zile cu precipitaţii.

Epruvetele au fost expuse pe stative la circa 1 m de sol, fiind orientate spre sud.

III. REZULTATELE OBŢINUTE

Epruvetele au fost examinate din trei în trei luni în primul an de expunere şi din 12 în 12 luni în anii următori. Observaţiile s-au făcut vizual, notîndu-se modificările protecţiei şi coroziunea aluminiului, precum şi procentul de suprafaţă pe care a apărut degradarea respectivă. Rezultatele sînt prezentate la punctele III. 1 şi III. 2.

În tabelele ce urmează, notaţiile reprezintă :

K = coroziunea aluminiului; numerele indică % de suprafaţă;
— = nici o modificare;
P = puncte de coroziune a aluminiului;
X = modificări ale stratului de protecţie (decolorarea în cazul compactizării cu coloranţi organici).

III. 1. Rezultatele obţinute cu aluminiu oxidat anodic

Aceste rezultate sînt redate în tabela 1.

Tabela 1

Grosimea stratului de oxid (µm)	Compactarea în:	Rezultate după 12 luni	24	36	48	60
4	Coloranţi organici	X	K 10	K 10	K 10	K 15
10	Coloranţi organici	X	P	P	K 5	K5
10	(lustruit)	X	X	X	P	P
10	Bicromat de potasiu	X	X	X	K 5	K 10
20	Coloranţi organici	X	X	X	X	P

III. 2. Rezultatele obţinute cu aluminiu protejat galvanic

Aceste rezultate sînt redate în tabela 2.

Tabela 2

Grosimea stratului de protecţie (µm)	Rezultate după 3 luni	9	12	24
5 Ni 0,5 Cr	E 30	K 75	K 80	K 80
18 Ni 0,5 Cr	0	K 15	K 20	K 30
36 Ni 0,5 Cr	—	K 5	K 10	K 40
42 Ni 0,5 Cr	—	K 5	K 5	K 10

III. 3. Rezultatele obţinute cu aluminiu vopsit

După 48 de ore de expunere s-au constatat numai deficienţe ale peliculelor de vopsele care n-au rezistat la agresivitatea climatului marin, cel mai frecvent fenomen fiind cretarea. Aderenţa s-a menţinut bună în ambele variante de pregătire. După 48 de luni de expunere nu s-au înregistrat încă diferenţe sensibile între substratul oxidat anodic sau grunduit.

IV. CONCLUZII

Ca urmare a experimentărilor efectuate s-au putut trage următoarele concluzii:

Oxidarea anodică compactizată cu coloranţi organici, aplicată pe aluminiu lustruit, a avut cea mai bună comportare.

Grosimea stratului de 20 µm este necesară, dacă aluminiul este nelustruit, pentru a asigura o durată de viaţă de peste 5 ani.

Pentru menţinerea aspectului decorativ este necesară utilizarea unui colorant stabil la acţiunea radiaţiilor solare.

Vopsirea aluminiului este de mare eficacitate, cu condiţia ca materialele de vopsire să fie rezistente la mediul în care se face exploatarea. Pregătirea aluminiului prin oxidare anodică asigură o foarte bună aderenţă a vopselelor, dar poate fi înlocuită, din considerente economice, cu grunduirea cu grund reactiv (G 404'—50).

Protejarea aluminiului cu acoperiri galvanice depuse chiar la grosimi mari de 42 µm nu este recomandabilă, deoarece în porii acoperirii respective se produce corodarea intensă a materialului de bază.

Bibliografie

[1] Evans U.: *The corrosion and oxidation of metales. Scientific principles and practical applications*. Londra, Ed. E. Arnold, 1960.
[2] Wernik S.: *Les traitements de surface et la finition de l'aluminium*. Paris, Ed. Eyrolles, 1962.
[3] Tode F.: *Korrosion und Korrosionsschutz*. Berlin, Ed. W. de Gruyter, 1961.
[4] Speller F.: *Corrosion, causes and prevention*. Londra, Ed. Mc. Graw-Hill, 1961.
[5] Guzzoni G.: *Corrosione dei metalli e loro protezione*. Milano, Ed. U. Hoepli, 1964.
[6] Maurin A.: *Manuel d'anticorrosion*. Paris, Ed. Eyrolles, 1964.
[7] La Que F. L.: *Corrosion resistance of metals and alloys*. New York, Ed. Reinhold, 1965.
[8] Bakhalov G. T.: *Corrosion and protection of metals*. Oxford, Ed. Pergamon Press., 1965.
[9] Bertorelle E.: *Trattato di galvanotecnica*. Milano, Ed. Hoepli, 1960.
[10] Glayman J.: *Pour protéger les métaux*. Paris, Ed. Dunod, 1960.

Studiul comportării de lungă durată a unor aliaje de aluminiu expuse în condiţii marine

Chim. M. Păunel, ing. P. Marcu
INCERC ICEM

Una dintre caracteristicile importante care fac ca aluminiul şi o mare parte din aliajele sale să aibă multiple utilizări este rezistenţa lor la coroziune în condiţii naturale.

Date fiind domeniile în care se folosesc aceste materiale (industria navală, industria construcţiilor, transporturi etc.), majoritatea studiilor de coroziune ce se execută privesc imersia de probe în apa de mare şi expunerea în atmosfera urbană şi industrială.

Prezentul articol sintetizează rezultatele lucrărilor efectuate în decurs de mai mulţi ani, privind comportarea tablelor de aluminiu şi $AlMg_3$, în diferite stări de ecruisare, la imersie în apă de mare şi la expunere în atmosferă marină.

*

Studiul rezistenţei la coroziune în apă de mare a tablelor de aluminiu şi aliaj $AlMg_3$ fabricate în ţară s-a efectuat pe o staţie de încercări prin imersie situată în rada portului Constanţa, la cca 50 m de ţărmul mării, iar a rezistenţei în atmosferă marină, în incinta Staţiunii de cercetări marine Prof. I. Borcea-Agigea, pe stative aşezate la cca 50 m de malul mării.

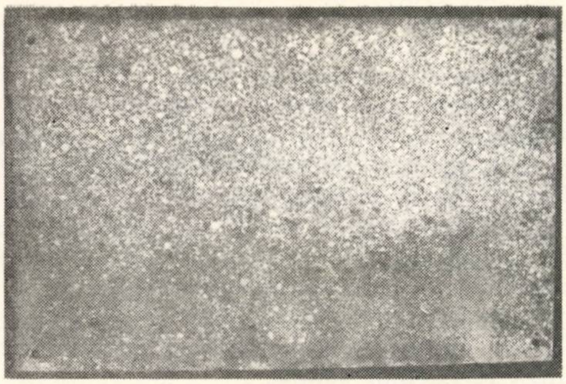


Fig. 1

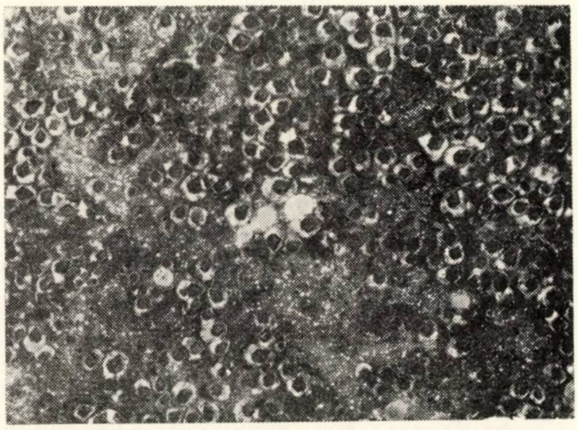


Fig. 2

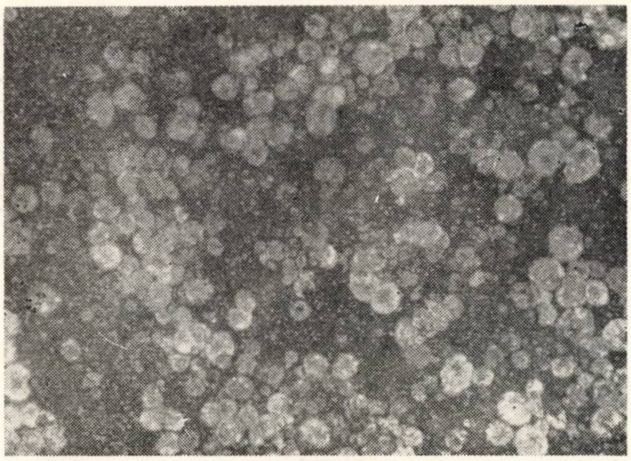


Fig. 3

Rezultatele prezentate în articolul de față au fost obținute după trei ani de imersie, respectiv cinci ani de expunere a probelor. Se menționează că epruvetele au fost imersate cca 8 luni pe an, 4 luni constituind pauza datorată timpului de iarnă, nefavorabil.

Adîncimea de imersie a probelor a fost de 0,5, 1 și 1,5 m de la suprafața apei.

S-au studiat cîte 15 probe din fiecare material încercat (Al 99,5%, aliaj $AlMg_3$ ecruisat, 1/2 tare și recopt, cu suprafețele rezultate de la laminare lustruite mecanic și protejate prin oxidare electrochimică sau chimică).

Epruvetele pentru imersie au avut dimensiunile : 300 × 200 × 2 mm, iar cele pentru expunere : 150 × 100 × 2,5 mm.

Înainte de imersie sau de expunere, probele cu suprafețele rezultate de la laminare au fost degresate în solvenți organici, decapate în soluție de NaOH 10% la 50 °C și neutralizate în HNO_3 5% la rece, iar probele cu suprafețele lustruite mecanic sau eloxate au fost degresate cu solvenți organici, apoi, parte din ele, lăcuite.

Drept criterii pentru studiul comportării la coroziune s-a luat atît variația aspectului, cît și a caracteristicilor mecanice.

Se menționează că la probele ale căror aspecte nu au prezentat nici un fel de modificare la expunere, caracteristicile mecanice nu s-au determinat pe parcurs, ci numai după încheierea etapei de cinci ani de cercetare.

În cazul coroziunii în apă de mare, în primul an măsurătorile s-au efectuat după una, patru și opt luni, iar în al doilea și al treilea an, numai după trecerea întregului interval de opt luni de imersie.

După prima lună de imersie (mai, temperatura medie a apei 20,5 °C.), s-a constatat că plăcile scoase din mare erau acoperite cu un strat de fuling *, avînd grosimea de cca 10 mm.

În figura 1 se arată suprafața unei plăci din aliaj $AlMg_3$, după o lună de imersie în apa de mare, de pe care s-a îndepărtat fulingul.

După cum se observă din fotografii, pe probă rămîn vizibile crustele calcaroase. Prin îndepărtarea lor, pe suprafața plăcii apar slabe urme ale coroziunii electrochimice.

După patru luni de imersie, căsuțele balanidelor se măresc (fig. 2).

În figura 3 este arătată aceeași probă ca și în figura precedentă, după îndepărtarea căsuțelor.

Se observă mărirea urmelor crustelor calcaroase.

După 8 luni de imersie nu se constată modificarea prea accentuată a stratului de fu-

---

* Fulingul este format dintr-o crustă calcaroasă de căsuțe de balanide (crustacei sedentari), peste care sînt fixate alge verzi și tuburi calcaroase de viermi policheți și alte organisme animale.

Fig. 4

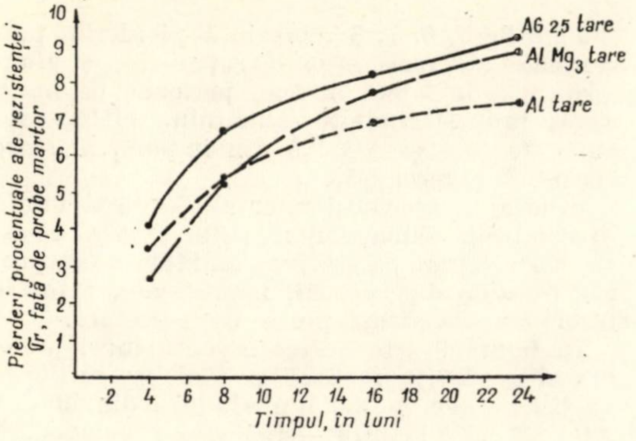


Fig. 5

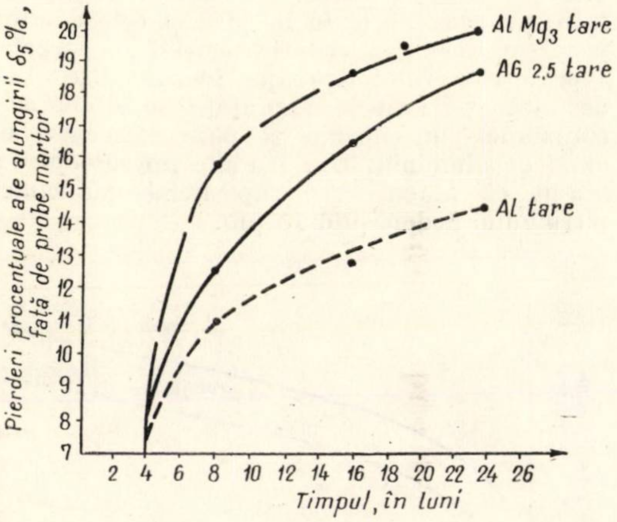
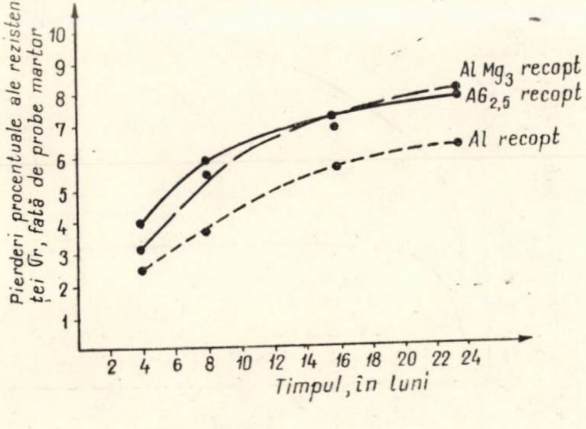


Fig. 6

Fig. 7



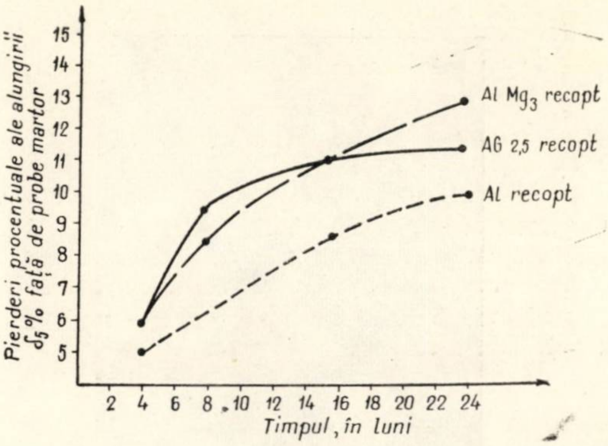


Fig. 8

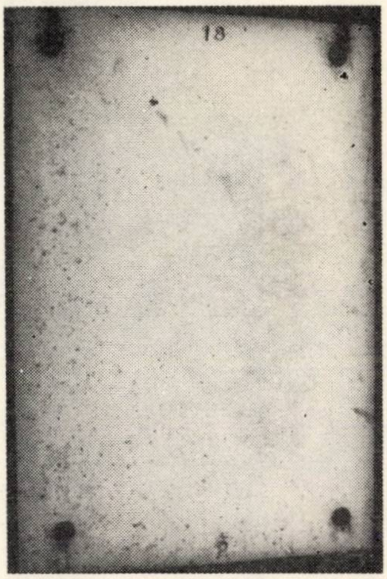


Fig. 9

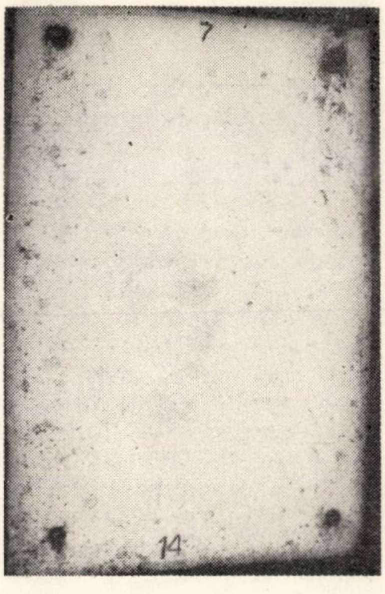


Fig. 10

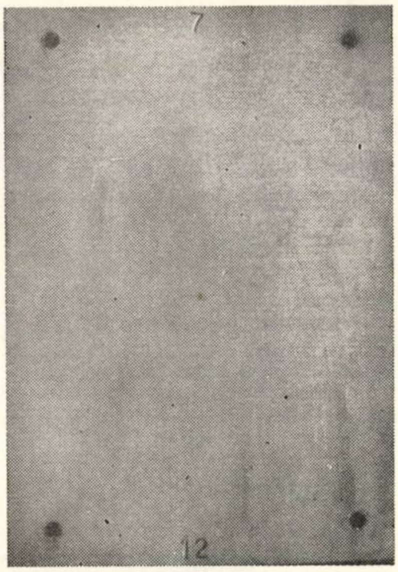


Fig. 11

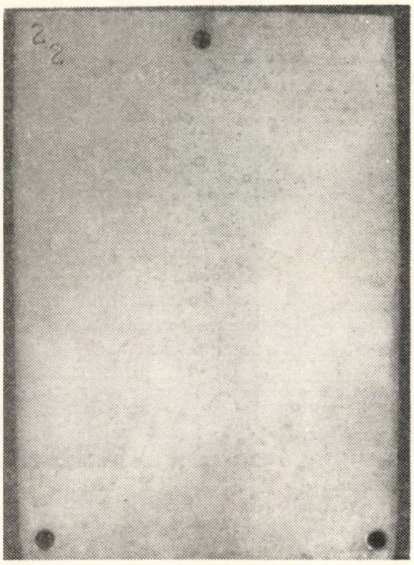


Fig. 12

ling de pe probe. Acesta, deoarece în perioada august-noiembrie apa s-a răcit, iar flora şi fauna apei de mare au fost mai puţin intense.

Aspectul probelor nu se modifică prea mult nici după cel de al doilea şi al treilea an de imersie, primul strat de fuling protejînd materialele de depuneri ulterioare. Ceea ce se modifică, însă, este grosimea stratului depus, care a crescut în cel de al doilea an cu încă 7 mm şi în cel de al treilea cu încă 9 mm.

Prin îndepărtarea completă a straturilor depuse, după douăzeci şi patru de luni de imersie (timp de trei ani) s-au obţinut plăci cu aspectul din figura 4.

În această fotografie se vede clar pe suprafaţa epruvetei atacul de profunzime datorat coroziunii biologice şi electrochimice după perierea probei, precum şi distrugerea uneia din cele patru găuri de fixare.

Figurile 5, 6, 7, 8 reprezintă pierderile procentuale ale rezistenţei la rupere (σ_r) şi alungirii ($\delta_s\%$) în cursul întregii perioade de imersie la probele studiate (aluminiu, $AlMg_3$ executat în ţară şi AG 2,5 din import, în stare ecruisată şi recoaptă).

Studiul comportării unor aliaje de aluminiu în condiţiile climatului maritim al ţării noastre s-a efectuat pe stative asamblate din profile de aliaj anticorodal, neprotejate, care ele însele au constituit probe de cercetare.

În figura 9 este arătat aspectul unei probe din aliaj $AlMg_3$ realizat în ţară, iar în figura 10 cel al unei probe din aliajul din import AG 2,5 (UNI 3574 — 1955), cu compoziţie chimică similară cu a primului.

Suprafeţele acestor probe au fost decapate fără a fi protejate, iar timpul de expunere după care s-au realizat fotografiile a fost de o lună.

După cum se vede din aceste fotografii, între probele fabricate în ţară şi cele din import nu există deosebiri esenţiale, aspectul suprafeţelor fiind aproape identic. În cazul de faţă, pe ambele suprafeţe se observă o coroziune punctiformă şi pete albicioase de oxizi de aluminiu. Din studiile microscopice a reieşit că atacul este superficial, adîncimea pittingului nedepăşind 15 μm.

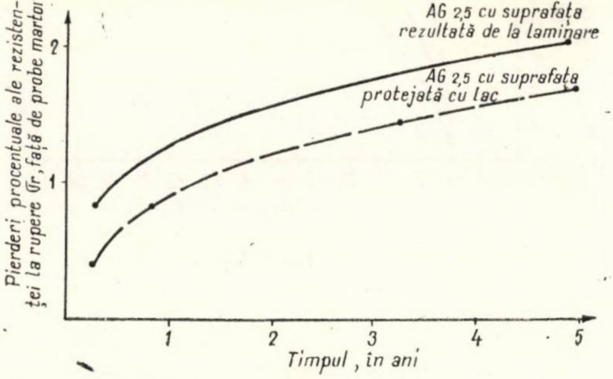
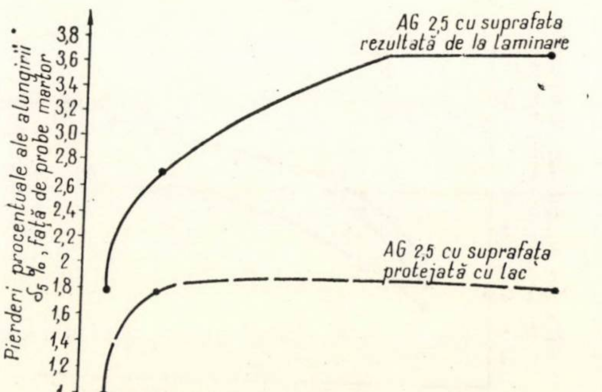


Fig. 13

Fig. 14



După cinci ani de expunere, în timp ce pe suprafeţele probelor neprotejate se observă o pătare mai intensă cu Al_2O_3, epruvetele cu suprafeţele preparate prin procedeul de oxidare chimică Bauer-Vogel (MBV) şi protejate suplimentar cu lac epoxi rămîn neschimbate (fig. 11), cu excepţia faptului că lacul devine prăfos.

Lipsa protecţiei suplimentare cu lac determină doar o pătare a probei, fără nici un fel de atac superficial sau în profunzime (fig.12).

În figurile 13 şi 14 se arată curbele care reprezintă pierderile procentuale ale rezistenţei la rupere (σ_r), respectiv ale alungirii (δ_s%), în funcţie de timpul de expunere exprimat în luni.

Se observă că protecţia tablelor cu lac epoxi după decaparea lor asigură o modificare mult mai redusă a caracteristicilor mecanice decît în cazul probelor complet neprotejate, după diferite perioade de expunere în atmosfera marină.

Din datele obţinute rezultă următoarele observaţii valabile pentru perioadele de imersie, respectiv de expunere în care s-a lucrat :

— tratamentele efectuate asupra tablelor de aluminiu şi aliaje de tip $AlMg_3$ (ecruisare, recoacere) nu influenţează vizibil comportarea acestora la coroziune în apă de mare sau atmosferă marină ;

— rezistenţa la coroziune a aliajului $AlMg_3$ fabricat în ţară este similară celei a materialului echivalent din import ;

— coroziunea în timp prin imersie în apă de mare a aluminiului şi aliajelor de aluminiu este destul de redusă, totuşi pentru evitarea ei totală, cît şi pentru menţinerea unui aspect estetic se utilizează curent protecţia prin eloxarea şi vopsirea utilajelor care lucrează în acest mediu corosiv ;

— aliajele de tip $AlMg_3$ au o bună rezistenţă la coroziune în atmosferă marină, variaţia caracteristicilor mecanice situîndu-se în limite mici (între 6 şi 2%) ; buna lor comportare chiar la un timp de expunere de cinci ani îndreptăţeşte utilizarea lor în aceste medii ;

— protecţia suprafeţei probelor prin procedeul de oxidare chimică MBV conferă acestor aliaje o rezistenţă la coroziune foarte bună, atît ca aspect, cît şi din punctul de vedere al stabilităţii caracteristicilor mecanice.

Bibliografie

[1] Chaudron G.: Corrosion et Anticorrosion, nr. 6, 1964, p. 275.
[2] Barrand P., Gadeau R.: *L'Aluminium*, Paris, Ed. Eyrolles, 1964.
[3] Evans U.R.: *The corrosion and oxidation of metals*, Ed. Arnold, 1960.
[4] Maurin A. J.: *Manuel d'anticorrosion*, Paris, Ed. Eyrolles, 1961
[5] Guilhaudis A.: Corrosion et Anticorrosion, nr. 3, 1962, p. 80.
[6] Defranoux J. M.: Corrosion et Anticorrosion, nr. 3, 1962, p. 86.
[7] Hache A.: Corrosion et Anticorrosion, nr. 8, 1960, p. 256.
[8] Rosenfeld I. L.: 1er Congrès International sur la Corrosion Métallique, Londres, avril 1961.
[9] Defranoux J. M.: Bull Soc. Fse. Electriciens, seria 7, nr. 8, 1958, p. 173.
[10] Pourbaix M.: Corrosion et Anticorrosion, nr. 5, 1957, p. 230.
[11] Marcu P., Bock I., Păunel M.: Culegere ICEM nr. 6, 1964, p. 295–305.
[12] Marcu P., Rădulescu E., Bock I., Păunel M.: Metalurgia, nr. 7, 1965, p. 358–363.

Comportarea mortarelor cu adaos de inhibitor în soluţii de sulfat de sodiu

Ing. Cornelia Solacolu, chim. D. Teodorescu, chim. Al. Vasiliu

INCERC

Efectuarea unor studii cu privire la acţiunea de inhibare a coroziunii armăturilor din betoane a atras atenţia asupra faptului că unii inhibitori de coroziune pentru armături pot produce şi o îmbunătăţire a rezistenţei mortarelor şi betoanelor faţă de atacul soluţiilor sulfatice. Această constatare a determinat iniţierea unui studiu care să elucideze condiţiile în care poate fi utilizat acest adaos, cu rezultate favorabile în mărirea rezistenţei sulfatice a mortarelor.

În acest scop s-a căutat să se stabilească procentul optim de adaos care să nu influenţeze negativ caracteristicile iniţiale ale cimentului (timp de priză, apă de consistenţă normală, rezistenţe iniţiale). În continuare s-a cercetat în paralel efectul inhibitorului asupra rezistenţei la sulfaţi a unor mortare confecţionate cu trei sorturi de ciment, pentru a verifica şi eficacitatea inhibitorului în funcţie de tipul de ciment utilizat.

I. STABILIREA PROCENTULUI OPTIM DE INHIBITOR

Încercările de laborator pentru stabilirea procentului optim de adaos au fost efectuate pe trei sorturi de ciment: ciment RIM 200 (Fieni), ciment P 400 (Bicaz), ciment F 300 (obţinut în laborator prin măcinarea şi omogenizarea, în proporţie de 1 : 1 în greutate, de ciment RIM 200 cu zgură granulată de furnal înalt), ale căror caracteristici fizico-mecanice (conform STAS 227—49) sînt date în tabelele 1 şi 2.

Tabela 1

Caracteristicile fizice ale cimenturilor

Ciment	Reziduu pe sita 009 %	Apă de consistenţă normală %	Timp de priză	
			începe după : ore	sfîrşeşte după : ore
RIM 200	11,1	25	2,15	3,30
F 300	4,9	24	2,15	4,15
P 400	9,7	26	1,45	3,30

Tabela 2

Rezistenţele mecanice ale cimenturilor

Ciment	Tracţiune (kgf/cm^2)				Compresiune (kgf/cm^2)			
	24 h	3 z.	28 z.	90 z.	24 h.	3 z.	28 z.	90 z.
RIM 200	23	29,5	31,3	35,1	210	419	498	548
F 300	—	26,8	30,8	33,6	—	246	393	474
P 400	—	28,4	34,2	36,1	—	294	392	476

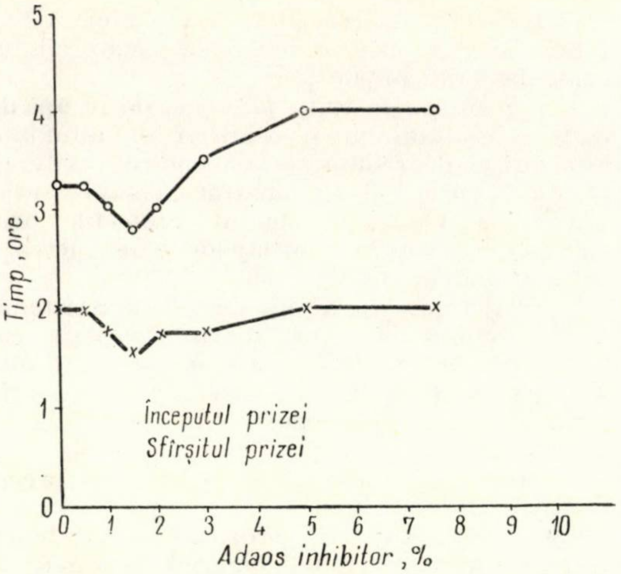


Fig. 1 – Influenţa adaosului de inhibitor asupra timpului de priză al cimentului RIM 200

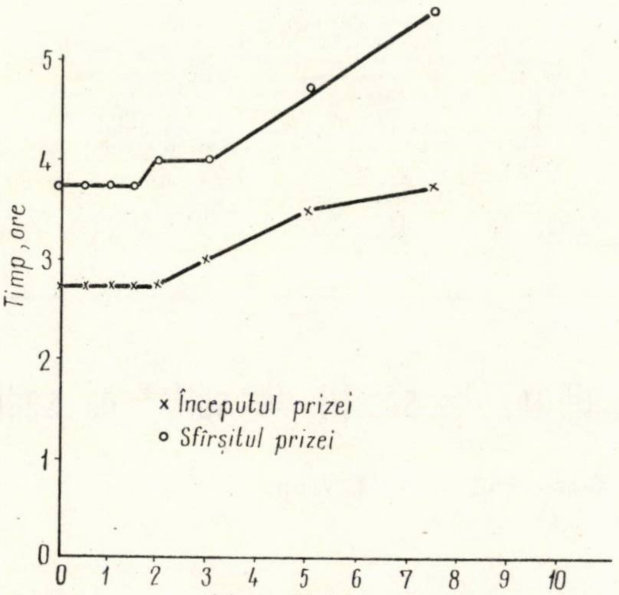


Fig. 2 – Influenţa adaosului de inhibitor asupra timpului de priză al cimentului F 300

Pentru verificarea influenţei adaosului asupra timpului de priză al fiecărui ciment, adaosul a fost dizolvat în apa de amestecare pînă la 120–130 g/l. În cazul adaosurilor de 5 şi 7,5%, cînd cantitatea de inhibitor necesar era mai mare decît solubilitatea sa maximă, plusul de inhibitor a fost omogenizat cu cimentul şi apoi s-a adăugat apa necesară pentru stabilirea timpului de priză.

Rezultatele acestei verificări sînt date în figurile 1–3.

La cimentul RIM 200, adaosul de inhibitor produce o oarecare micşorare a timpului de început al prizei. Timpul de sfîrşit al prizei este iniţial puţin micşorat (15–30 de minute), însă la concentraţii mari (5 şi 7,5%) adaosul produce o întîrziere sensibilă a sfîrşitului prizei.

La cimentul F 300, efectul adaosului de inhibitor se face simţit abia la concentraţii de 3% şi mai mari, el manifestîndu-se prin întîrzierea atît a timpului de început al prizei, cît şi asupra celui de sfîrşit al prizei.

La cimentul P 400, influenţa adaosului este mai puţin clară, putîndu-se considera că adaosul nu aduce, practic, nici o modificare a timpului de priză.

Pentru verificarea influenţei adaosului de inhibitor asupra rezistenţelor mecanice ale mortarelor au fost confecţionate epruvete de mortar cu următorul dozaj:

ciment 400 kg/m^3
agregate 1600 kg/m^3 (c: ag = 1:4)
apă 216 l/m^3 (a/c = 0,54)

Agregatul utilizat a fost sortat în fracţiunile 0–1, 1–3 şi 3–7, curba granulometrică situîndu-se la limita între domeniile „bun" şi „utilizabil" din figura 2, STAS 1667–62.

Epruvetele confecţionate cu dozajele specificate mai sus au fost păstrate 24 de ore în atmosferă umedă în tipare, apoi 6 zile în apă şi 21 de zile în aer.

Ceea ce trebuie remarcat la confecţionarea epruvetelor este că, deşi adaosul nu influenţează în măsură prea mare timpul de priză al cimentului (determinare efectuată pe pastă pură), el influenţează mai pronunţat priza mortarelor. Astfel, în cazul cimentului F 300, adaosul de 5% inhibitor va da epruvete care se decofrează greu, fiind foarte friabile, după 24 de ore de păstrare în atmosferă umedă; adaosul de 7,5% va da epruvete care nu pot fi decofrate nici măcar după 3 zile de păstrare în atmosferă umedă.

La epruvetele confecţionate cu ciment P 400, după 24 de ore de păstrare în atmosferă umedă apare la suprafaţă (chiar şi la un adaos de 0,5% inhibitor) un strat alb pufos, care creşte cantitativ cu mărirea procentului de adaos. La cimentul RIM 200 un fenomen similar apare numai la concentraţii mai mari de 3% adaos, însă în cantitate mai mică decît la cimentul P 400.

Pentru stabilirea influenţei inhibitorului asupra rezistenţelor mecanice ale mortarelor s-au verificat rezistenţele la tracţiune din încovoiere şi compresiune după 7 şi 28 de zile, rezultatele fiind date în tabela 3.

Tabela 3

Rezistenţele mecanice ale mortarelor cu adaos de inhibitor, exprimate în procente faţă de rezistenţa la 28 de zile a mortarului fără adaos, considerată 100

% adaos	Tracţiune din încovoiere		Compresiune	
	7 zile	28 de zile	7 zile	28 de zile
Ciment RIM 200				
0	64,7	100	53,3	100
0,5	54,0	78,7	47,4	77,3
1	45,9	72,2	36,5	73,1
1,5	45,3	73,0	41,3	78,4
2	56,2	87,4	40,8	79,9
3	53,9	81,7	41,1	72,9
5	45,2	65,6	30,6	55,0
7,5	37,6	60,4	24,9	53,6
Ciment F 300				
0	45,6	100	35,3	100
0,5	46,6	84,3	54,7	97,2
1	45,4	86,7	51,9	100
1,5	44,5	92,3	39,8	91,0
2	32,8	85,4	35,6	67,5
3	31,3	81,3	33,9	63,0
5	32,6	77,0	22,8	62,3
Ciment P 400				
0	65,3	100	43,2	100
0,5	69,0	94,7	53,5	95,2
1	70,9	99,1	58,9	80,9
1,5	47,0	90,7	32,3	71,9
2	34,9	69,0	27,6	57,3
3	40,1	75,1	36,1	71,1
5	32,8	71,3	27,6	63,9
7,5	35,1	63,3	27,1	47,5

Studiile efectuate pentru stabilirea procentului optim de adaos au dus la următoarele concluzii:

– Adaosul de inhibitor nu influenţează în măsură prea mare timpul de priză determinat pe pastă pură, diferenţele maxime fiind o întîrziere de o oră în cazul începutului prizei şi

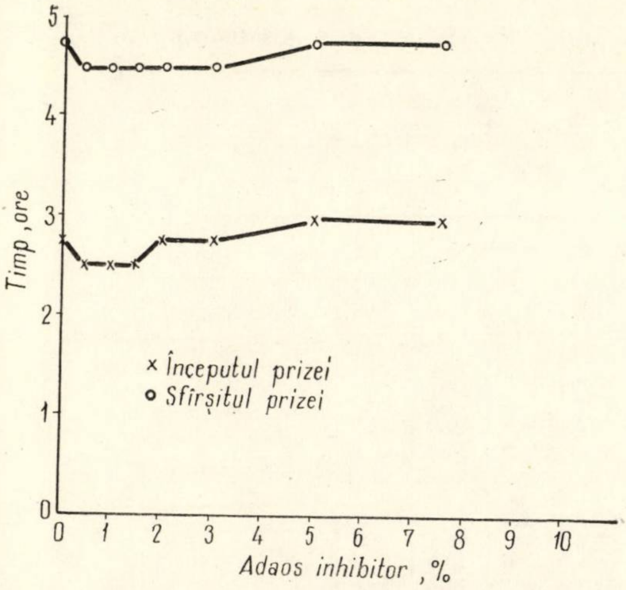


Fig. 3 – Influenţa adaosului de inhibitor asupra timpului de priză al cimentului P 400

o întîrziere de o oră şi jumătate a sfîrşitului prizei, în cazul cimentului F 300 cu 7,5%.

– Adaosuri mari de inhibitor produc o scădere considerabilă a rezistenţelor mecanice ale mortarelor (35–55%). În cazul cimentului RIM 200, adaosurile de inhibitor pînă la 3% inclusiv produc scăderi de rezistenţă pînă la maximum 27% ; la cimentul F 300, adaosurile de inhibitor de 0,5 şi 1% nu produc, practic, nici o scădere a rezistenţei la compresiune, adaosurile mari producînd, în schimb, scăderi de 33–38% ; la cimentul P 400, scăderea rezistenţelor nu mai este direct proporţională cu creşterea procentului de adaos, cele mai mici scăderi fiind totuşi înregistrate în cazul adaosurilor de 0,5 şi 1%.

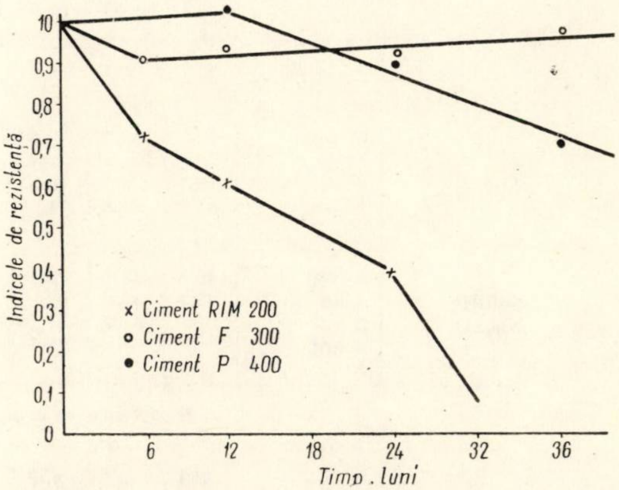


Fig. 4 – Variaţia indicelui de rezistenţă în funcţie de tipul de ciment, la un adaos de 1% inhibitor

Tabela 4

Variaţia lungimii epruvetelor de mortar cu adaos de inhibitor (mm/m)

Mediu	Termen	Ciment							
		RIM 200				F 300		P 400	
% adaos		0	1	2	3	0	1	0	1
Apă	6 luni	+0,52	+0,38	+0,53	+0,47	+0,31	+0,19	+0,34	+0,28
	1 an	+0,56	+0,47	+0,58	+0,66	+0,28	+0,28	+0,47	+0,24
	2 ani	+0,52	+0,44	+0,53	+0,73	+0,30	+0,23	+0,44	+0,34
	3 ani	+0,62	+0,53	+0,59	+0,78	+0,31	+0,25	+0,47	+0,46
Soluţie sulfat	6 luni	+1,13	+0,91	+0,97	+0,78	+0,41	+0,40	+0,97	+0,44
	1 an	+6,97	+3,31	+1,09	+0,84	+0,60	+0,50	+1,65	+1,03
	2 ani	—	+4,75	+3,34	+2,65	+0,88	+0,50	+2,75	+1,03
	3 ani	—	—	—	+5,44	+1,91	+0,69	—	+7,97

Tabela 5

Variaţia greutăţii epruvetelor de mortar cu adaos de inhibitor (%)

Mediu	Termen	Ciment					
		RIM 200				P 400	
% adaos		0	1	2	3	0	1
Apă	6 luni	4,03	3,96	3,73	3,93	3,99	3,63
	1 an	4,27	3,86	4,24	3,66	3,66	3,49
	2 ani	4,71	4,45	4,20	4,27	4,00	3,63
	3 ani	4,96	4,45	4,51	4,27	4,33	3,63
Soluţie sulfat	6 luni	5,56	5,13	4,53	3,40	3,32	3,07
	1 an	7,14	6,45	5,71	3,59	3,83	3,62
	2 ani	—	7,42	6,84	3,57	3,98	3,67
	3 ani	—	—	—	3,74	6,31	4,06

Tabela 6

Rezistențele mecanice ale epruvetelor de mortar cu adaos păstrate în soluție de sulfat de sodiu (kgf/cm²)

Mediu	Termen	Ciment								
		RIM 200				F 300		P 400		
		% adaos								
		0	1	2	3	0	1	0	1	
Rezistența la tracțiune din încovoiere										
—	28 zile	83,7	73,5	77,7	66,6	57,5	51,7	74,0	53,3	Probe uscate
Apă	6 luni	74,0	65,6	72,8	74,6	69,5	67,9	76,5	57,7	Probe saturate
	1 an	76,8	66,3	72,4	76,7	74,4	69,1	71,7	63,7	
	2 ani	78,7	70,5	76,3	79,5	80,7	70,7	80,9	74,8	
	3 ani	83,7	70,8	71,1	84,6	78,5	75,9	86,1	78,6	
Soluție Na_2SO_4	6 luni	66,3	62,4	72,1	72,1	67,8	62,5	61,1	56,8	
	1 an	42,1	57,6	62,9	78,7	63,2	63,7	57,5	64,7	
	2 ani	—	34,2	54,1	78,1	68,2	60,9	36,9	54,6	
	3 ani	—	—	27,7	75,7	68,3	64,7	14,6	54,6	
Rezistența la compresiune										
	28 zile	458	453	459	403	355	324	309	278	Probe uscate
Apă	6 luni	493	507	478	430	361	415	310	337	Probe saturate
	1 an	503	518	504	458	437	394	340	339	
	2 ani	560	532	509	499	442	400	394	385	
	3 ani	560	555	492	543	464	390	416	441	
Soluție Na_2SO_4	6 luni	462	368	462	437	348	376	305	300	
	1 an	218	317	413	433	362	367	237	346	
	2 ani	—	206	330	443	337	369	190	347	
	3 ani	—	—	304	492	359	377	95	309	

Tabela 7.

Variația indicelui de rezistență I_r al epruvetelor de mortar cu adaos de inhibitor, după 3 ani de păstrare în soluție de sulfat de sodiu 2%

$$I_r = \frac{\text{Rezistența la compresiune în soluție agresivă}}{\text{Rezistența probei martor din apă de conductă}}$$

Termen	Ciment							
	RIM 200				F 300		P 400	
	% adaos							
	0	1	2	3	0	1	0	1
6 luni	0,94	0,72	0,97	1,02	0,96	0,91	0,98	0,89
1 an	0,43	0,61	0,82	0,95	0,83	0,93	0,70	1,02
2 ani	—	0,39	0,65	0,89	0,76	0,92	0,48	0,90
3 ani	—	—	0,62	0,91	0,77	0,97	0,23	0,70

II. STABILIREA EFECTULUI ADAOSULUI DE INHIBITOR ASUPRA REZISTENȚEI SULFATICE A MORTARELOR

Avînd în vedere rezultatele cercetărilor preliminare pentru stabilirea procentului optim de adaos, s-au stabilit următoarele compoziții pentru verificarea efectului adaosului de inhibitor asupra rezistenței sulfatice a mortarelor:

RIM 200 fără adaos,
RIM 200 cu 1,2 și 3% adaos,
F 300 fără adaos;
F 300 cu 1% adaos,
P 400 fără adaos,
P 400 cu 1% adaos.

Pentru această verificare au fost confecționate epruvete prismatice de 4 × 4 × 16 cm cu următorul dozaj:

ciment	400 kg/m³	
agregate	1600 kg/m³	(c :ag = 1 :4)
apă	200 l/m³	(a/c = 0,50)

Agregatul este similar celui utilizat în încercările preliminare.

La confecţionarea epruvetelor, amestecul (plasticitate la con etalon = 5) a fost vibrat timp de 20 de secunde, după care epruvetele au fost lăsate 24 de ore în tipare în atmosferă umedă, decofrate şi păstrate 6 zile în apă şi 21 de zile în aer. După acest interval, epruvetele au fost imersate într-o soluţie de 2% sulfat de sodiu, păstrîndu-se epruvete martor în apă.

Pentru verificarea comportării în timp a mortarelor cu adaos de inhibitor s-au determinat rezistenţa mecanică, variaţia de greutate şi variaţia de lungime la 6 luni, 1,2 şi 3 ani. Rezultatele acestor determinări sînt date în tabelele 4—7 şi în figura 4.

În concluzie, se poate afirma că, în general, adaosul de inhibitor la mortarele de ciment produce o întîrziere a procesului de coroziune sulfatică, efect care depinde, atît de procentul de adaos, cît şi de tipul cimentului utilizat (fig. 4).

Procentul optim al adaosului cercetat, care practic nu influenţează caracteristicile fizico-mecanice ale cimenturilor, este de 1—3%, în funcţie de natura cimentului.

Adaosul de inhibitor la cimenturile RIM 200 şi P 400 a îmbunătăţit rezistenţa mortarelor faţă de acţiunea soluţiei de sulfat de sodiu, întîrziind cu circa 2 ani apariţia procesului de coroziune sulfatică.

În cazul cimentului F 300 (preparat în laborator), adaosul de inhibitor produce o frînare practic totală a procesului de coroziune sulfatică.

În prezent sînt în studiu cercetări care au ca scop stabilirea modului de acţionare a inhibitorului utilizat, în procesul de frînare a coroziunii sulfatice, precum şi stabilirea influenţei dozajului de ciment şi a raportului a/c asupra eficacităţii inhibitorului în cazul acţiunii soluţiilor sulfatice asupra mortarelor şi betoanelor de ciment.

Contribuţii la cunoaşterea organismelor care pot acoperi suprafeţele imersate ale construcţiilor portuare din Constanţa

Dr. I. Pitiş, biolog V. Lăcătuşu

Laboratorul de cercetări biologice pentru protecţii climatice din ICPE, Bucureşti

Dezvoltarea portului Constanţa ridică printre alte probleme şi pe aceea a agresivităţii (coroziunii) biologice a apei de mare asupra părţilor imersate ale construcţiilor sau instalaţiilor şi utilajului portuar plutitor.

Această agresivitate se manifestă prin acţiunea bacteriilor sau prin aceea a organismelor care constituie aşa-numitul fuling de pe corpul navelor maritime.

Cercetări anterioare [1] au arătat că apa portului Constanţa conţine un număr impresionant de germeni de microorganisme (de ordinul sutelor de mii), care însă scade treptat, pînă la absenţa totală, în largul mării, la 5 000 m.

Aceste observaţii confirmă poluarea apei din portul Constanţa şi explică o parte din agresivitatea ei biologică asupra materialelor folosite la construcţiile portuare.

Rolul microorganismelor în anumite fenomene de coroziune metalică poate fi dublu: sau dau naştere la zone eterogene şi sînt cauza coroziunii, sau depolarizează zona catodică şi favorizează coroziunea [2]. Împiedicarea acestui proces cu ajutorul toxicilor este dificilă, deoarece bacteriile au dovedit, în general, o rezistenţă puternică la acţiunea toxicilor antivegetativi [3].

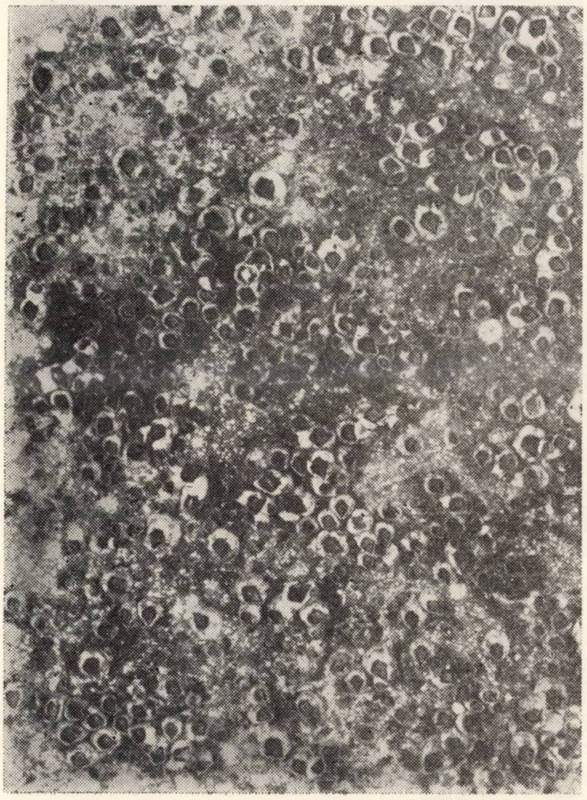
Cercetările anterioare asupra fulingului [4] au avut ca scop protecţia antivegetativă a operei vii a navelor maritime împotriva lipirii vegetaţiilor de corpul lor.

Ulterior, ele s-au extins, cuprinzînd şi două aspecte care pot interesa protecţia construcţiilor portuare, şi anume:

— determinarea perioadei şi lunilor cînd organismele fulingului din portul Constanţa se lipesc de obiectele imersate;

— determinarea formelor de organisme ale fulingului care populează apa portului Constanţa.

Fig. 1 — Aspectul fulingului dezvoltat pe tabla unei drăgi



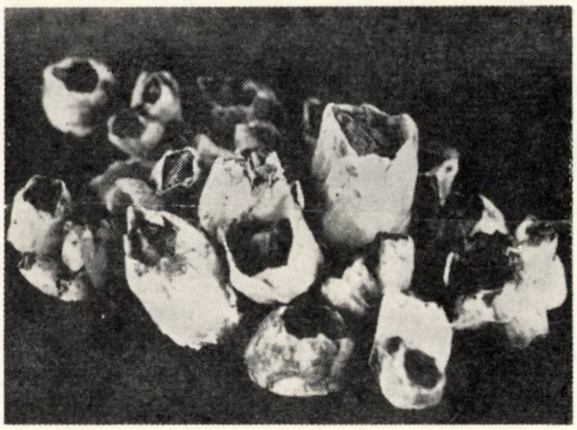


Fig. 2. – Balanide (în căsuțele lor calcaroase)

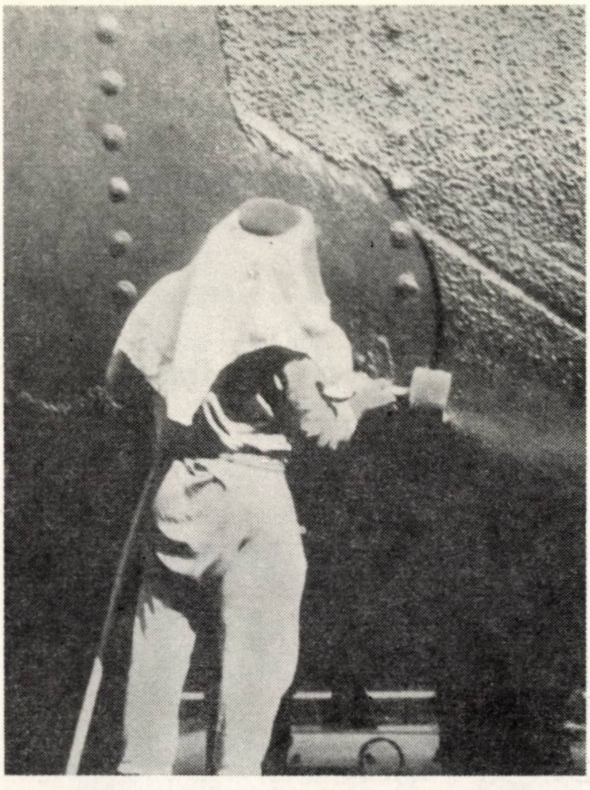


Fig. 3 – Îndepărtarea crustei calcaroase (fuling) de pe tabla navelor reclamă curățire mecanică cu turbina

Determinarea formelor de organisme ale fulingului din apa portului Constanța s-a efectuat pe două căi:

— prin examinarea fulingului dezvoltat în condiții normale de exploatare pe ambarcații portuare, docuri plutitoare, drăgi, șalande, macarale plutitoare, balize etc. exploatate numai în incinta portului Constanța;

— prin examinarea fulingului dezvoltat pe plăcile metalice și de sticlă imersate în stația plutitoare ICPE din rada portului Constanța în scop experimental.

Observațiile efectuate pe drăgi, docuri, șalande sau ambarcații care au fost exploatate numai în rada portului Constanța au arătat, după scurt timp de la lansarea lor la apă, prezența fulingului (fig. 1).

Acesta se prezintă, de cele mai multe ori, sub forma unui strat care la sfîrșitul unui sezon de dezvoltare poate să ajungă la grosimi de 12–20 mm.

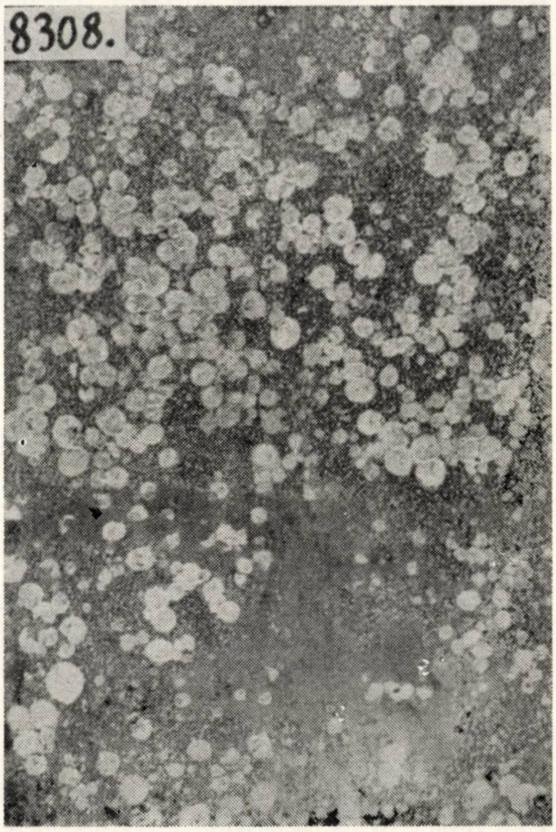
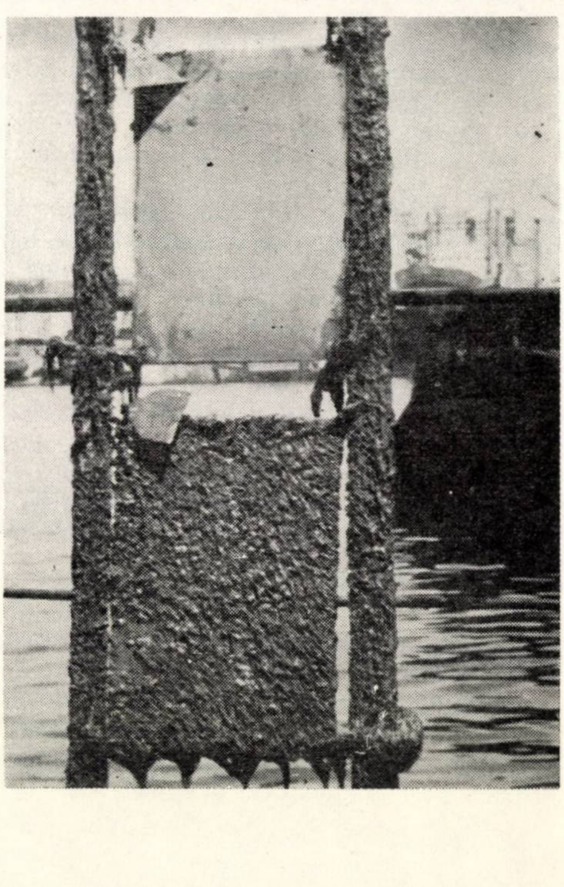


Fig. 4 – Aspectul suprafeței unei plăci metalice după îndepărtarea căsuțelor de balanide.

Fig. 5 – Puternica dezvoltare a fulingului în portul Constanța este demonstrată de depunerea pe plăcile metalice imersate în stația plutitoare ICPE. Sus: placă martor (protejată cu vopsea antifuling). Jos: placă acoperită de fuling



Acesta este format din cochilii și tuburi calcaroase prinse de suprafața obiectului imersat, peste care se dezvoltă alte organisme cu corpul moale, ca tunicieri, viermi, alge filamentoase verzi etc.

Determinările efectuate au identificat în număr mai mare următoarele forme :

1. Balanide (crustacei sedentari ciripezi), a căror larvă se fixează de suprafețele imersate și secretă apoi o căsuță calcaroasă în care este adăpostit corpul animalului.

Balanus improvisus este specia caracteristică litoralului românesc în regiunea Constanța și în port. Diametrul căsuțelor atinge 8 — 10 mm, iar înălțimea pînă la 12 — 16 mm (fig. 2).

Balanidele se dezvoltă în număr atît de mare, încît formează un strat compact, peste care se pot fixa tuburile calcaroase ale viermilor serpulide, alge etc.

Chiar dacă animalul moare, căsuța rămîne fixată de suport.

Îndepărtarea stratului de căsuțe calcaroase este o operație anevoioasă (fig. 3). După îndepărtarea căsuțelor, suprafețele metalice păstrează urma lor (fig. 4), observîndu-se și o ușoară coroziune provocată de enzimele secretate de animal [5].

2. Scoici de moluște lamelibranchiate, respectiv de *Mytilus*. Se fixează de obicei pe căsuțele de balanide. Cînd animalul moare, scoica se desprinde de pe suport. Se dezvoltă în număr relativ redus.

3. Viermi anelizi polichefi-serpulide. Au corpul adăpostit într-un tub calcaros. Se dezvoltă în număr foarte mare. Prezența speciei *Mercierella enigmatica* a fost determinată în 1961 în apa portului Constanța [6]. Acești viermi formează grămezi de tuburi calcaroase pe obiectele imersate, fixîndu-se pe stratul de balanide și formînd astfel un strat calcaros care poate ajunge la 20 — 30 mm grosime.

4. Alge verzi, filamentoase, dezvoltate la suprafața apei sau în zona imediat vecină.

5. Ascidii, viermi nematozi, diatomee, crustacei natanți (*Palaemonide*) etc. în număr variabil.

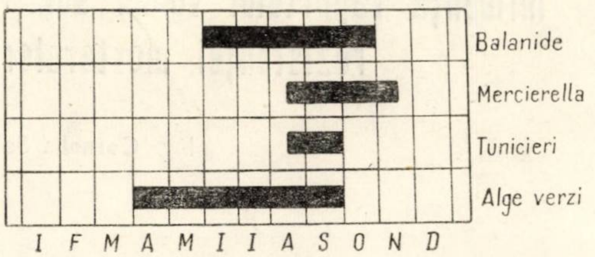


Fig. 6 – Perioada de fixare a principalelor organisme ale fulingului in portul Constanța

Dintre organismele care alcătuiesc depunerile cercetate, prezintă importanță acelea care se fixează în număr mare pe suprafețele imersate. În această categorie intră balanidele și serpulidele. În condiții favorabile, au fost găsite aglomerări de serpulide pe cabluri, parîme, conducte, material lemnos etc., care ajungeau la 8 — 16 kg, îngreunînd, de exemplu, cablurile pînă la rupere.

Pentru determinarea perioadei în care organismele fulingului se lipesc de suprafețele imersate s-au efectuat cercetări cu ajutorul stației plutitoare ICPE (fig. 5), constatîndu-se că pe materialele expuse și controlate lunar, fixarea organismelor a început o dată cu încălzirea apei peste 14°C, astfel : pentru balanide la sfîrșitul lunii mai, pentru serpulide în august, iar pentru tunicieri (ascidii) în august, încetînd o dată cu răcirea apei, în octombrie (fig. 6).

Studiile și experimentările efectuate în ultimii ani duc la concluzia că agresivitatea biologică a apei de mare din portul Constanța se poate manifesta :

— datorită bacteriilor, provocînd coroziunea biologică a metalelor și manifestîndu-se prin agresivitatea ei și asupra betoanelor și altor materiale folosite în construcțiile portuare ;

— datorită organismelor fulingului, care acoperă suprafețele imersate, le îngreunează și, din cauza procesului metabolic și enzimelor secretate, produc și coroziunea suprafețelor.

Bibliografie

[1] Pitis I. : *Contributions a l'étude des facteurs caracteristiques et de l'agresivitè biologique de l'eau du port de Constantza*. Travaux de l'Assemblée générale de la Comission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Mediteranée, Bucarest, sept. 1966.

[2] Baudon L. : *Le role des micro-organismes dans certains phénoménes de corrosion*. Belgische Chemische Industrie (Belgia), t. XXIII, nr. 9, p. 983.

[3] Sparow B. : *Essais sur radeaux de peintures de carénes de navires*. Peintures, Pigments, Vernis (Franța) vol. 42, nr. 1, 1966

[4] Pitiș I., Lăcătușu V. : *Contributions a l'étude des peintures antisalissures des navires maritimes. Essais dans l'eau du port de Constantza (Mer Noire)*. Travaux du 2-eme Congrés International de la corrosion marine et des salissures, sept. 1968, Athénes.

[5] Pitiș I, Antoniu M. ; *Contribuții la studiul actiunii agresive a fulingului apei de mare asupra plăcilor de Al și Al* Mg_{3-5}. Metalurgia, vol. 16 nr. 10, 1964.

[6] Pitiș I., Lăcătușu V. : *Pollution biologique de l'eau du port de Constantza avec Mercierella enigmatica*. Travaux du Comité international d'exploration scientifique de la Mer Mediterannée (CIESM), Assamblée génerale, septembre, 1968, Monaco.

Influența raportului volum soluție: volum epruvetă asupra determinării rezistenței mortarelor la agresivitatea sulfatică

Ing. Cornelia Solacolu, chim. Al. Vasiliu
INCERC

Literatura de specialitate referitoare la metodele de determinare a rezistenței sulfatice a mortarelor și betoanelor nu dă indicații despre influența exercitată de raportul volum epruvetă: volum soluție asupra timpului în care se obțin rezultatele, factor important în adoptarea unei metode de laborator. Singura indicație cu privire la cantitatea de soluție raportată la volumul epruvetelor este dată de RILEM, recomandîndu-se ca la o epruvetă de 4 × 4 × 16 cm (256 cm^3) să se prevadă cca 0,5 l soluție agresivă (ceea ce reprezintă un raport de aproximativ 1 : 2).

În cadrul Institutului de cercetări în construcții și economia construcțiilor au fost efectuate unele cercetări de laborator pentru stabilirea influenței exercitate de raportul volum epruvetă: volum soluție în cazul utilizării unor epruvete de 2 × 2 × 12 cm, epruvete care prezintă avantajul că dau rezultate comparabile cu cele de 4 × 4 × 16 cm, însă în timp mai scurt, datorită suprafeței mai mari de atac raportată la volumul epruvetei.

În încercările efectuate s-a lucrat cu un ciment RIM 250 produs de fabrica din Fieni, ale cărui compoziții chimice și mineralogice pe clincher și caracteristici fizico-mecanice pe ciment sînt date mai jos.

Compoziția chimică a clincherului:

Pierderi la calcinare	1,91%
SiO_2 + insolubil	20,38%
Al_2O_3	6,75%
Fe_2O_3	3,11%
TiO_2	0,15%
CaO	62,62%
MgO	1,09%
SO_3	2,49%
Alcalii	0,62%
Insolubil în HCl	1,21%

$M_{Si} = 1,94$ $M_{Al} = 2,17$

Caracteristici fizico-mecanice ale cimentului (conform STAS 227—49)

Reziduu pe sita 009	Suprafața specifică Blaine	Căldură de hidratare		Apă de consistență normală	Timp de priză	
		3 zile	7 zile		început	sfîrșit
%	cm^2/g	cal/g	cal/g	%	ore	ore
9,6	3247	85,62	108,08	25,0	3,30	4,45

Compoziția mineralogică a clincherului:
(calculată după formulele Bogue)

C_3S	53,27%
C_2S	14,85%
C_3A	13,63%
C_4AF	9,45%

Tabela 1

Caracteristicile inițiale ale mortarelor

Rezistențe mecanice (kgf/cm^2)						Absorbția în apă (%)
Tracțiune din încovoiere			Compresiune			
24 ore	7 zile	28 zile	24 ore	7 zile	28 zile	
29,3	53,3	87,8	111	285	515	11,4

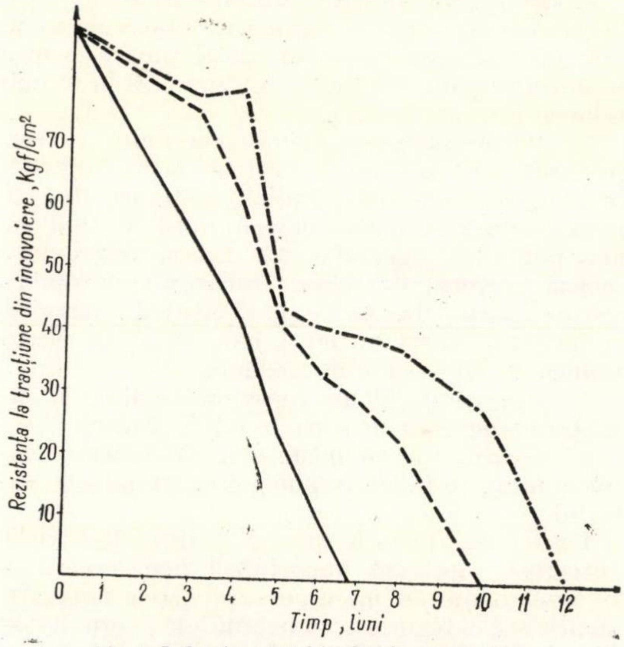


Fig. 1 – Influența raportului volumelor asupra R_{ti}

– · – · – Raport volum epruvetă/volum soluție = 1 : 2
— — Raport volum epruvetă/volum soluție = 1 : 10
——— Raport volum epruvetă/volum soluție = 1 : 20

Rezistențe mecanice (kgf/cm^2)

Tracțiune					Compresiune				
24 ore	3 zile	7 zile	28 zile	90 zile	24 ore	3 zile	7 zile	28 zile	90 zile
24,4	28,5	29,5	33,7	35,0	236	333	399	460	494

Tabela 2

Variaţia caracteristicilor fizice şi ale aspectului epruvetelor

Termen (luni)	Raport de volume	Variaţia de volum (%)	Deformarea epruvetelor săgeată (mm)	Observaţii asupra aspectului epruvetelor
1	1 : 2	+2,32	0	Aspect neschimbat
	1 : 10	+3,11	0	,,
	1 : 20	+3,09	0	,,
2	1 : 2	+3,24	0	,,
	1 : 10	+4,17	0	,,
	1 : 20	+4,36	0	,,
3	1 : 2	+4,10	0	,,
	1 : 10	+7,00	0	,,
	1 : 20	+9,30	1,0–1,5	Fisuri fine longitudinale, încovoiere
4	1 : 2	+6,16	0	Aspect neschimbat
	1 : 10	+7,80	0	Fisuri fine greu vizibile cu ochiul liber
	1 : 20	+15,62	2,5–3,0	Toate epruvetele sînt încovoiate, cu fisuri la capete, cu exfoliere
5	1 : 2	+7,18	0,5	Foarte uşoară încovoiere, fără fisuri
	1 : 10	+13,95	1–2	Fisuri fine longitudinale, încovoiere
	1 : 20	+18,94	3–5	Probe încovoiate, cu fisuri în stea pe faţa opusă feţei de turnare şi fisuri cu exfoliere pronunţată
6	1 : 2	+7,83	0,5	Foarte slabă încovoiere, fisuri greu vizibile
	1 : 10	+17,35	1,5–2,0	Fisuri fine longitudinale, încovoiere
	1 : 20	+39,24	7,5–9,0	Epruvete distruse
7	1 : 2	+8,16	0,5–1,0	Fisuri fine longitudinale, încovoiere
	1 : 10	+28,34	2–3	Fisuri pronunţate, cu început de exfoliere
8	1 : 2	+9,00	0,5–1,0	Fisuri f. fine longitudinale, încovoiere
	1 : 10	+32,67	3,0–3,5	Fisuri pronunţate cu exfoliere, încovoiere
9	1 : 2	+12,30	1–2	Fisuri longitudinale cu tendinţă de exfoliere
	1 : 10	+36,42	4,0–5,5	Încovoiere pronunţată, exfoliere puternică
10	1 : 2	+17,40	2,5–3,5	Fisurare puternică, exfoliere
	1 : 10	+40,06	7,0–8,5	Epruvete distruse
11	1 : 2	+30,80	4–6	Fisurare puternică cu exfoliere şi încovoiere pronunţată
12	1 : 2	—	—	Epruvete distruse

Cu acest ciment a fost preparat un mortar cu 23% ciment, 69% nisip monogranular (0,8–1,2 mm) şi 9% apă, respectiv raport ciment : agregat = 1 : 3 şi factor a/c = 0,4 şi γ_{pr} = 2080 kg/m^3.

Cu mortarul de mai sus au fost confecţionate epruvete prismatice de 2 × 2 × 12 cm, compactate prin vibrare 20 de secunde, care au fost păstrate în regim standard (24 de ore în tipar, 6 zile în apă şi 21 de zile în aer).

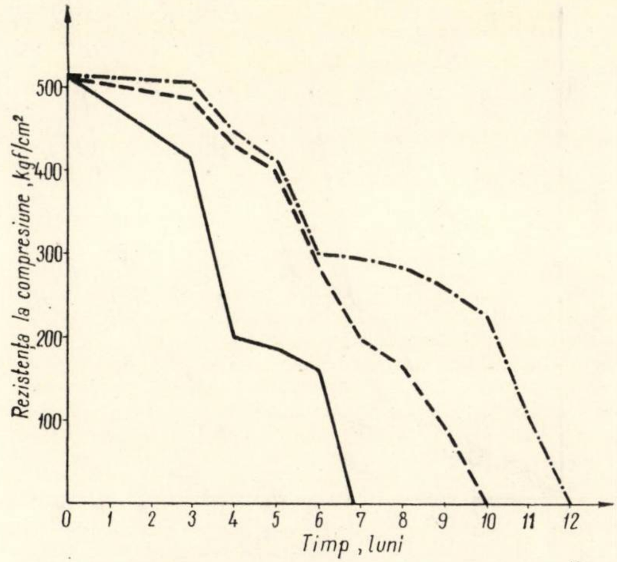


Fig. 2–Influenţa raportului volumelor asupra R_c

— · — Raport volum epruvetă/volum soluţie = 1 : 2
— — — Raport volum epruvetă/volum soluţie = 1 : 10
——— Raport volum epruvetă/volum soluţie = 1 : 20

Caracteristicile mortarului pînă la 28 de zile – înainte de imersarea în soluţia sulfatică – sînt date în tabela 1.

Pentru verificarea influenţei pe care o exercită raportul volum epruvetă : volum soluţie au fost studiate următoarele raporturi 1 : 2, 1 : 10, 1 : 20, adică la o epruvetă de 2 × 2 × × 12 cm, al cărei volum este de aproximativ 50 cm^3, corespund 100, 500 şi respectiv 1000 cm^3 de soluţie sulfatică, a cărei concentraţie în sare anhidră este de 5%.

Tabela 3

Variaţia rezistenţelor mecanice ale epruvetelor de mortar de ciment păstrate în diferite cantităţi de soluţie 5% de sulfat de sodiu

Termen (luni)	Raport volume	Rezistenţe mecanice		Variaţie procentuală	
		R_{ti}	R_c	ΔR_{ti}	ΔR_c
3	1 : 2	77,1	508	–12,2	– 1,4
	1 : 10	75,8	487	–13,7	– 5,4
	1 : 20	54,6	416	–37,8	–19,2
4	1 : 2	78,4	446	–10,7	–13,4
	1 : 10	60,9	431	–30,8	–16,3
	1 : 20	41,7	200	–52,5	–61,2
5	1 : 2	44,1	411	–49,8	–20,2
	1 : 10	40,9	399	–53,4	–22,5
	1 : 20	22,2	186	–74,7	–63,9
6	1 : 2	40,6	301	–53,8	–41,6
	1 : 10	33,7	285	–61,6	–44,7
	1 : 20	9,5	159	–89,2	–69,1
7	1 : 2	39,8	298	–54,7	–42,1
	1 : 10	29,2	202	–66,7	–60,8
8	1 : 2	37,4	286	–57,4	–44,5
	1 : 10	22,8	164	–74,0	–68,2
9	1 : 2	32,2	260	–63,2	–49,5
	1 : 10	11,2	88	–87,2	–82,9
10	1 : 2	27,4	225	–68,8	–56,3
	1 : 10	0	0	—	—
11	1 : 2	14,2	104	–83,8	–79,8
12	1 : 2	0	0	—	—

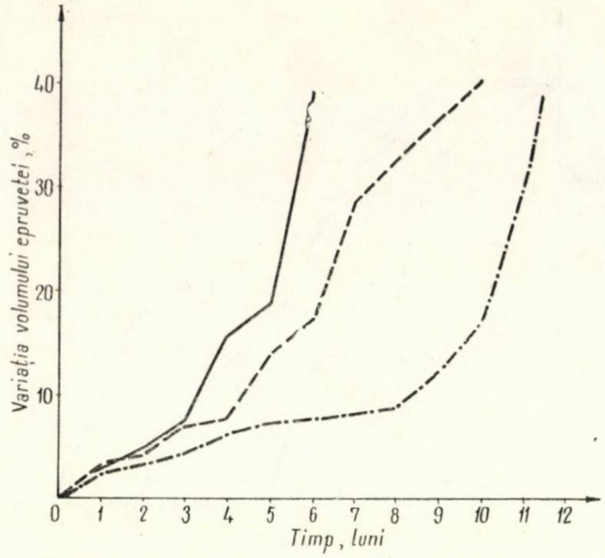


Fig. 3 – Expansiunea epruvetelor; creşterea volumului în timp

— · — · — Raport volum epruvetă/volum soluţie = 1 : 2
— — Raport volum epruvetă/volum soluţie = 1 : 10
——— Raport volum epruvetă/volum soluţie = 1 : 20

Variaţiile în timp ale caracteristicilor epruvetelor sînt date în tabelele 2 şi 3 şi sînt reprezentate în figurile 1–3.

Din încercările efectuate rezultă că efectul soluţiilor sulfatice asupra epruvetelor de mortar de ciment, pentru aceeaşi concentraţie de sulfat, este cu atît mai rapid în timp, cu cît cantitatea de soluţie raportată la volumul total al epruvetelor este mai mare. Cu alte cuvinte, acest efect, fără a schimba caracteristicile agresiunii sulfatice, este cu atît mai rapid, cu cît raportul volum epruvetă : volum soluţie este mai mic. Astfel, epruvetele introduse într-o soluţie cu un volum de 20 de ori mai mare decît volumul lor total se distrug de două ori mai repede decît cele introduse într-un volum de soluţie de numai două ori mai mare.

Deoarece acest raport necesită spaţii mari de păstrare a epruvetelor în soluţie sulfatică, considerăm că la utilizarea unor epruvete de 2 × 2 × 12 cm se pot obţine rezultate satisfăcătoare din punctul de vedere al timpului de urmărire, cu un raport volum epruvetă : volum soluţie de 1 : 10.

CRONICĂ

Probleme actuale ale betonului precomprimat în discuţia simpozioanelor F.I.P. de la Madrid (III) *

Ing. L. Löbel
INCERC

3. **FRECARE ŞI ADERENŢĂ** – raportor general prof. dr. ing. G. Rehm (R. F. G.)

În ceea ce priveşte frecarea, după ce se scot în evidenţă principalii factori care influenţează mărirea frecării armăturilor pretensionate, raportul arată că, în diferite ţări, valoarea de calcul a coeficientului de frecare variază între 0,15 şi 0,50, în funcţie de traseul armăturii, starea suprafeţei sîrmelor şi dimensiunile armăturii în secţiunea transversală. Ţinînd seamă că nu este practic posibil a se lua în considerare, teoretic, toţi factorii care influenţează frecarea, se scoate în evidenţă necesitatea de a se efectua măsurători în condiţiile reale de lucru. Raportorul subliniază că sînt de evitat, în orice caz : curburile cu raze prea mici, fasciculele cu sîrmele ,,neordonate'', precum şi dispozitivele de ordonare necorespunzătoare, pentru a evita variaţiile prea mari de eforturi între sîrme.

În ultimul timp s-a utilizat vibrarea mecanică pentru a reduce frecarea. S-a constatat că efectele acestui procedeu depind de tipul de oţel şi de intensitatea vibrării, dar pînă în prezent nu s-a ajuns la date concrete.

O a doua problemă analizată în cadrul raportului o constituie ancorarea armăturilor pretensionate prin aderenţă şi frecare, problemă care a devenit importantă o dată cu mărirea diametrului sîrmelor (peste 2 mm).

Lungimea de ancorare, respectiv lungimea l_{ii} de transmitere la beton a forţei din armătura pretensionată (preîntinsă) depinde de calitatea betonului (β_w), de efortul de pretensionare ($\sigma_{z,v}$), de diametrul armăturii (Ø), de tipul de profilare a armăturii, caracterizat de coeficientul $f_R = K \frac{a}{c}$, în care a este înălţimea medie a nervurilor, c este distanţa medie între nervuri, iar K un factor care ţine seamă de raportul dintre lungimea nervurilor şi circumferinţa armăturii – de acoperirea cu beton (ii_b), de modulul de elasticitate (Ee) al oţelului, de modul de efectuare a transferului (lent sau brusc), de timp (t), precum şi de poziţia armăturilor la betonare (la partea de sus sau de jos a cofrajului).

În continuare, se prezintă diferitele procedee utilizate pentru determinarea lungimii l_{ii} de transmitere a forţei de precomprimare :

a) Prisme precomprimate centric, cu o singură armătură la mijloc sau cu patru armături dispuse în colţurile secţiunii, la care se măsoară, fie deformaţiile specifice ale betonului cu ajutorul unor traductori dispuşi pe feţele prismei de beton, fie prin măsurători ale alunecării armăturii faţă de beton (la transfer) la capătul zonei de transmitere – procedeu care se poate utiliza atunci cînd se cunoaşte relaţia dintre aderenţă şi alunecare $\tau = f(\Delta)$, respectiv variaţia efortului în lungul armăturii $\sigma_{z,v} = f(x)$.

b) Determinarea condiţiilor de legătură prin încercări de smulgere a armăturii înglobate pe lungimi foarte scurte în beton. Pe baza rezultatelor experimentale se poate stabili funcţia $\tau_x = f(f_R, \beta_w, Ø, \Delta)$, care reprezintă variaţia aderenţei ţinînd seamă de diverşii factori enumeraţi mai înainte, cu excepţia influenţei transferului brusc; pentru determinarea influenţei grosimii acoperirii cu beton se reduce treptat această grosime, pînă cînd apar fisuri longitudinale în corpul de probă.

---

* Continuarea articolelor publicate în nr. 6 şi 7,1969 din Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii.

Se apreciază că — în comparaţie cu primul procedeu — încercările de smulgere sînt mai avantajoase : ele implică un cost mai redus, permit stabilirea împrăştierii rezultatelor şi fac posibilă şi determinarea influenţei deformaţiei în timp a betonului ($\bar{\varphi}$).

Se citează experimentările efectuate de :

a) Javor şi Taketomi, care, pe prisme cu acoperire mare de beton, au determinat — prin primul procedeu — influenţa tipului de profil a armăturii (f_R).

b) Holuşanski şi Oatul, care au studiat pericolul de despicare a betonului. Încercările efectuate cu vergele au arătat că în procesul de fisurare longitudinală se pot distinge trei momente : *a*) apariţia fisurii ; *b*) extinderea fisurii pînă la faţa betonului şi *c*) zdrobirea betonului. Lungimea de transmitere rezultată a fost de 15 d (d = diametrul vergelei) pentru oţelurile de clasa A III şi A IV, respectiv de 20—30 d pentru beton de rezistenţă 200 kg/cm^2 şi 15—20 d pentru beton de rezistenţă 350 kg/cm^2, la oţeluri de clasa A V—A VII.Pentru vergele pretensionate, autorii recomandă prevederea, pe 0,6 din lungimea de transmitere, a unei armături transversale constituite din plase, acoperirea minimă cu beton fiind de 3 d sau 40 mm.

Aceiaşi autori au efectuat şi încercări cu cabluri alcătuite din toroane ($K\,2 \times 7$, $K\,2 \times 19$, $K\,3\times7$ şi $K\,3 \times 19$) realizate din sîrme Ø 1,5 — 5,0 mm din oţel cu rezistenţă de rupere de 170—200 kg/m^2; pasul de împletire al toroanelor în cabluri a fost de 12 ori diametrul cablului (coeficient de utilizare 0,95). Prin încercări s-a stabilit că, la un beton cu rezistenţa mai mare de 250 kg/cm^2, lungimea de transmitere este de 45—25 d_{cablu} la cabluri executate din două toroane (K 2), respectiv 25—18 d_{cablu} la cabluri executate din trei toroane (K 3). Se recomandă ca pe o lungime egală cu de zece ori diametrul cablului şi cel puţin 20 cm să se dispună o armătură transversală alcătuită din plase sudate executate din sîrme cu diametrul de 5—8 mm, dispuse la 5—10 cm. Experimentările au arătat că, practic, varierea, în limite acceptabile, a pasului de împletire a toroanelor nu are importanţă : pentru o reducere la jumătate a mărimii pasului, aderenţa armăturii cu betonul creşte cu numai 16—20 %. Autorii studiului remarcă faptul că poziţia sîrmelor din toroane împiedică fenomenul de ,,deşurubare'' la încercările de smulgere (la o forţă egală cu de 1,4 ori forţa de calcul, intrarea în beton a capătului nesolicitat a fost mai mică decît 0,1 mm).

c) Martin, care a pus în evidenţă, prin încercări, faptul că, în cazul apariţiei unei fisuri longitudinale în beton, armătura transversală nu poate împiedica mărirea sensibilă a lungimii de transmitere l_{ii}.

d) Dumas, Bruggeling şi Etienne, care au urmărit stabilirea unor legi mai simple pentru variaţia efortului în lungul armăturii ($\sigma_{z}, _{v} = f(x)$). Raportul apreciază că propunerile făcute de aceşti autori se limitează numai la anumite condiţii speciale. Variaţia liniară, propusă de Dumas, se poate adopta cel mult pentru oţeluri profilate şi pentru betoane de mare rezistenţă ; la fel, variaţia parabolică, propusă de ceilalţi doi cercetători poate fi adoptată numai la anumite tipuri de oţeluri.

e) În sfîrşit, propunerea făcută în raportul prezentat de ,,Moorschen Eisenwerke'' — de a se determina valoarea medie a efortului de aderenţă corespunzător unei ,,intrări'' a armăturii (la capătul nesolicitat) de 0,01 ; 0,1 ; 1,0 şi 2,5 mm este apreciată ca prea puţin utilă pentru caracterizarea lungimii de transmitere.

Raportul general se încheie cu prezentarea recomandărilor făcute de diverşi autori pentru lungimea de transmitere l_{ii} a efortului de precomprimare :

— pentru sîrmă profilată cu d = 4,5 mm — 70—100 d (Javor) ;

— pentru oţel cu ghevind — 18—22 d, la o acoperire cu beton de 5,5 cm şi o rezistenţă a betonului de 300—350 kg/cm^2 (Taketomi) ;

— în funcţie de diferitele caracteristici ale armăturii — 35—430 (?) d (Martin).

4. **AVARII** — raportor general P. Xercavins (Franţa) Principalele avarii cunoscute la lucrări de beton precomprimat se datoresc coroziunii armăturii pretensionate.

În ceea ce priveşte incidentele petrecute în timpul construcţiei şi precomprimării, după cum se arată în raportul prezentat de F. Dumas, acestea nu sînt avarii propriu-zise, ci greşeli de execuţie. Printre acestea se menţionează :

— poziţionarea greşită a ancorajelor faţă de fascicule, ceea ce determină o schimbare brutală de direcţie imediat în spatele ancorajelor, unde tensiunea este maximă ; la oţelurile puţin ductibile pretensionate pînă la 85 % din forţa de rupere se poate produce în acest caz o rupere fragilă ;

— zgîrierea armăturilor cu ocazia unei eventuale tăieri cu ferăstrăul a tecii, după introducerea sîrmelor.

De asemenea, se subliniază pericolul ruperii armăturilor în cazul sudării sîrmelor după trefilare, în vederea toronării ; se consideră că acest procedeu trebuie interzis atunci cînd se permit eforturi mari la pretensionare.

În ceea ce priveşte avariile datorite ruperii armăturilor prin coroziune, se face o analiză separat pentru diferite tipuri de armături :

a) **Cabluri (fascicule) libere.** Ruperi în astfel de cazuri au fost constatate în Franţa la tiranţii de ancorare de la barajul Tarare executaţi din oţeluri laminate, tratate, de un tip considerat deosebit de fragil. Precauţia luată de a se gresa armăturile s-a dovedit a fi insuficientă. Ruperile s-au produs la trei ani după executarea tiranţilor.

În cazul chesonului cilindric al reactorului atomic G 2 de la Marcoule, şase din cele 200 de ,,cercuri'' de precomprimare s-au rupt la doi ani după punerea în lucrare. Utilizarea ulterioară a protecţiei prin circulaţia permanentă a unui curent de aer uscat în interiorul tecilor a dat o totală satisfacţie după cinci ani de exploatare.

În orice caz, pentru cazurile curente se consideră o eroare a nu se proceda la injectarea tecilor.

Tot în aceeaşi categorie se pot încadra corodările datorite agenţilor atmosferici observate la stocarea colacilor de sîrmă sau a armăturilor, corodări care merg pînă la ruperi spontane ale oţelului, în special atunci cînd depozitarea se face la malul mării sau în cazul transporturilor maritime efectuate în condiţii necorespunzătoare.

b) **Armături protejate prin torcretare.** Se consideră că, în general, protecţia prin torcretare, dacă nu este efectuată de specialişti şi cu o tehnologie foarte bine precizată, riscă să fie mai periculoasă decît tehnica armăturilor libere, întrucît în acest din urmă caz se adoptă dispoziţii constructive speciale. Miile de kilometri de tuburi şi sutele de rezervoare precomprimate prin înfăşurarea unei sîrme sub tensiune, protejate ulterior prin torcretare, atestă însă posibilitatea stăpînirii acestei tehnici.

Nerespectarea condiţiilor de execuţie poate face iluzorie protecţia prin torcretare (ca, de altfel, şi alte modalităţi de protecţie). Se citează astfel cazul barajului de la Bort des Orgues (Siphon des Granges), la care torcretarea s-a executat la doi ani după precomprimare, iar ruperile au avut loc la scurt timp după torcretare. Se consideră că ruperile s-ar fi produs — desigur — şi fără execuţia torcretului, fără a se putea şti însă dacă durata ar fi fost sau nu diferită.

Rehm şi Rauen insistă asupra importanţei deosebite pe care o are utilizarea ca protecţie a unui beton de bună calitate, care să împiedice carbonatarea la nivelul armăturii, respectiv diminuarea valorii pH în urma acţiunii bioxidului de carbon. Ei arată că un mediu eterogen uşor aerat constituie un factor agravant din punctul de vedere al pericolului de coroziune.

c) **Armături interioare în beton** injectate sau aderente. Coroziunea constatată în acest caz este poate cea mai alarmantă deoarece pune în discuţie principiul de bază al betonului armat sau precomprimat, respectiv absenţa coroziunii în mediu cu bazicitate puternică.

O cauză a unei astfel de coroziuni o poate constitui acoperirea insuficientă cu beton. Rehm şi Rauen citează exemplul unor planşee ceramice precomprimate, la care această situaţie se întîlneşte în dreptul rosturilor dintre elementele ceramice.

Han şi Kowalczyk dau exemple de aceeaşi natură la ferme realizate prin asamblarea prin precomprimare a unor elemente prefabricate. În aceste cazuri, coroziunea s-a datorat dificultăţilor de realizare a rosturilor cu grosime de 1—2 cm, defectelor de etanşeitate a acoperirii cu beton, fisurilor din dreptul rosturilor (ca urmare a unei precomprimări insuficiente).

În Franţa, un pod executat în apropierea mării trebuie să fie în curînd reconstruit, la 15 ani după execuţie, datorită defecţiunilor ivite în urma nerespectării regulilor de înglobare a armăturilor : acoperire insuficentă cu beton şi compactitate insuficientă a betonului de protecţie.

Într-o ţară de semideşert s-a executat un pod de beton la a cărui confecţionare s-a utilizat apă de mare : după opt ani, coroziunea era atît de generalizată, încît lucrarea a trebuit reconstruită.

O altă cauză a coroziunii o constituie unii componenţi neprevăzuţi din ciment (cloruri sau sulfuri) sau din adaosuri cu compoziţie insuficient cunoscută. Raportul prezentat de delegaţii din R. F. G. exprimă neîncrederea faţă de anumite tipuri de cimenturi, de exemplu cele aluminoase.

Dumas a prezentat cazul unui accident la care chiar oţelul utilizat — vergele de oţel slab aliat, a cărui producţie a fost oprită după accident — a oferit numeroase cauze pentru explicarea defecţiunii, deşi în acest caz s-au constatat şi neglijenţe la fabricarea şi punerea în lucrare a armăturilor.

Cînd nici natura oţelului, nici condiţiile de mediu nu explică ruperile casante constatate, se pune în discuţie posibilitatea existenţei unor cupluri galvanice. În raportul lor, van Loenen şi Etienne descriu un accident petrecut imediat după injectare la armături din sîrme netede : ruperile au fost localizate în dreptul unor manşoane de aluminiu. Raportorul general îşi exprimă părerea că o contribuţie la accident s-ar putea să fi avut şi unii componenţi din adaosurile utilizate la injectare care — sub efectul electrolitic al curentului electric datorit aluminiului — ar fi putut deveni agresivi.

Un accident recent din Franţa ar părea de asemenea explicabil prin coroziune electrolitică datorită unui cuplu bimetalic.

Un alt exemplu din Franţa priveşte ruperile petrecute la cîteva săptămîni după injectarea a patru din cele 36 de fascicule utilizate la repararea unui far de la malul mării. Fasciculele au fost realizate din sîrme laminate, călite în ulei (de un tip utilizat mult în Franţa), introduse în teci de material plastic amplasate la partea interioară a peretelui. Tecile au fost injectate numai după pretensionarea tuturor fasciculelor, astfel că unele fascicule au stat, neprotejate, în ceaţa salină, agresivă, mai mult de două luni de la pretensionare.

În încheiere, raportul general prezintă unele concluzii ce se desprind din analiza efectuată :

— deşi cunoaşterea accidentelor şi a cauzelor lor prezintă un deosebit interes pentru progresul oricărei tehnici, se constată o dificultate deosebită în obţinerea datelor şi informaţiilor respective ;

— numai în cazuri excepţionale, un accident se datoreşte unei cauze unice, de aceea este necesar ca analiza pentru explicarea unui accident să cuprindă toate aspectele legate de fabricarea şi aprovizionarea cu materiale, de execuţia şi exploatarea construcţiei. La anchetele care se fac în legătură cu accidentele lipsesc de obicei detalii cu privire la punerea în operă a oţelurilor, la păstrarea de la ieşirea din uzină (cum au fost depozitate şi cît timp, dacă nu au fost zgîriate sau dacă nu li s-au dat curburi anormale), precum şi cu privire la starea locală a betonului (dacă o fisură locală nu a permis corodarea sau oboseala betonului) ;

— fabricarea pe scară industrială a oţelurilor, faptul că armăturile sînt constituite din mai multe elemente — care, în general, formează un lot statistic, garantînd calitatea medie a producţiei — precum şi numărul mic de accidente cunoscute permit a se considera că numai în cazuri excepţionale calitatea oţelului poate constitui cauza exclusivă a unui accident ;

— lăsînd la o parte cazurile în care se utilizează un oţel care ar necesita precauţii incompatibile cu condiţiile ce se pot realiza pe şantier, cauzele accidentelor trebuie căutate în special în condiţiile specifice de punere în operă şi de protecţie, care pot fi mai mult sau mai puţin importante în funcţie de fragilitatea proprie a oţelului respectiv ;

— se consideră necesar a se preciza — prin încercări de laborator — care dintre condiţiile de utilizare suspecte *a priori* joacă un rol esenţial şi care au o importanţă secundară.

5. **RELAXAREA** — raportor general K. V. Mihailov (U. R. S. S.)

Înainte de a prezenta diferitele aspecte tratate în rapoartele primite, raportorul scoate în evidenţă faptul că, deşi mărimea pierderii de tensiune datorită relaxării prezintă importanţă deosebită pentru majoritatea elementelor de beton precomprimat — la care rezistenţa la fisurare este determinantă în dimensionare — problema nu este încă soluţionată satisfăcător : numărul mic de rezultate de care se dispune nu permite a analiză statistică ; au fost propuse numeroase relaţii de calcul, dar nici una nu a întrunit recunoaşterea unanimă.

Pentru determinarea caracteristicii de relaxare a oţelurilor -au utilizat trei metode :

a) Încercări la maşini cu pîrghie sau instalaţii cu sisteme automate de menţinere a lungimii constante, cu reducerea corespunzătoare a forţei de acţionare. Se apreciază că această metodă necesită o instalaţie complicată şi costă mult, implicînd şi o variaţie în trepte a forţei.

b) Determinarea variaţiei efortului prin măsurarea frecvenţei oscilaţiilor transversale ale unei probe întinse şi ancorate pe o ramă rigidă. Această metodă necesită o aparatură foarte pretenţioasă (cu contor electric de înaltă precizie) pentru măsurarea frecvenţei cu o precizie de 0,1—0,2 Hz. Instalaţia este simplă şi compactă. Trebuie acordată o deosebită grijă condiţiilor de fixare a probelor în ancoraje.

c) Instalaţii cu dinamometru de înaltă precizie. Această metodă a avut o aplicabilitate limitată, ea necesitînd fie dinamometre de construcţie specială, fie realizarea încercărilor pe probe de lungime mare.

Se remarcă lipsa unor condiţii unificate de încercare : mărimea efortului de pretensionare ca procent din rezistenţa de rupere, precizia stabilirii temperaturii, intervalul de timp între tensionare şi prima citire, respectiv între citirile ulterioare.

În continuare, se analizează influenţa diferiţilor factori asupra caracteristicii de relaxare a oţelurilor.

Influenţa tensiunii iniţiale (σ_0). Sînt cunoscute în general date de la încercări de scurtă durată : 100 — 1 000 de ore. Principalele concluzii care se degajează din încercărle existente sînt :

— o dată cu mărirea efortului iniţial, creşte pierderea de tensiune datorită relaxării ($\Delta\sigma_r$), dar şi efortul remanent în sîrmă ($\sigma_0 - \Delta\sigma_r$) ; apare indicat, în consecinţă, a se mări efortul iniţial de pretensionare ;

— la un efort de pretensionare $\sigma_0 = 0,5 - 0,85\ \sigma_r$, pierderea de tensiune la o oră reprezintă aproximativ 50 — 60 %, iar cea la 1 000 de ore aproximativ 120 — 125 % din cea măsurată la 100 de ore (considerată 100 %) ;

— după 5 — 8 ani se constată o pierdere de tensiune reprezentînd aproximativ 130 — 135 % faţă de cea măsurată la 1 000 de ore, cu tendinţa de a creşte lent (pierderea de tensiune în ultimul an reprezintă aproximativ 0,15 % din mărimea efortului iniţial) ; la o temperatură normală, pierderea de tensiune la 5 — 8 ani reprezintă aproximativ dublul celei măsurate la 100 de ore.

Influenţa proprietăţilor fizico-mecanice ale oţelului. Se acordă o mare importanţă acestui factor, care pare a fi esenţial în determinarea caracteristicii de relaxare. În acest sens, se iau în considerare, în primul rînd, limita convenţională de proporţionalitate ($\sigma_{0,01}$), limita convenţională de elasticitate ($\sigma_{0,2}$) şi modulul de elasticitate ; pierderea de tensiune datorită relaxării scade o dată cu creşterea valorii caracteristicilor enumerate.

Pentru vergelele de oţel slab aliat utilizate în U.R.S.S., avînd $\sigma_r = 90 - 120$ kg/mm² şi pretensionate prin procedeul electrotermic, s-a stabilit experimental relaţia :

$$\Delta\sigma_r = 0,7 + 1,6\sqrt[3]{\varepsilon}$$

în care ε este deformaţia specifică neelastică (plastică) a oţelului.

Tratamentele la rece ale sîrmei (ecruisare, amprentare, ondulare, înfăşurarea în colaci cu diametrul mic) duc la o creştere a tensiunilor interioare, care are ca urmare o creştere a pierderii de tensiune prin relaxare. Din cercetările efectuate în U.R.S.S. a rezultat că, la sîrmele amprentate, această pierdere este cu 10 — 15 % mai mare decît cea a sîrmelor netede. Cercetările efectuate de firma Somerset (Anglia) au arătat că prin ondulare se reduce de cîteva ori rezistenţa la relaxare a sîrmei, iar prin toronare (la toroane cu şapte sîrme), pierderea de tensiune creşte cu aproximativ 20 %.

În cazul înfăşurării în colaci cu diametrul de 0,80 m, rezistenţa la relaxare a sîrmei cu diametrul de 2,4 mm scade cu aproximativ 30 %, ca urmare a deformaţiilor plastice.

Efectul tratamentului termic de revenire se resimte numai în cazul unor tensiuni iniţiale mici ($\sigma_0 \leqslant 0,7\sigma_r$).

Printr-o supratensionare cu 20 — 30 % timp de 20 — 30 de minute s-au obţinut — cel puţin în prima perioadă — reduceri importante ale efectului relaxării : la un oţel tensionat la 0,65 σ_r şi supratensionat la 0,75 σ_r, pierderea de tensiune la 100 de ore a scăzut la 40 % din valoarea măsurată în cazul în care nu s-a efectuat supratensionare. Se pare însă că, ulterior, eficacitatea acestei procedeu scade ; de asemenea, tratamentul termic aplicat ulterior reduce mult efectul supratensionării.

În consecinţă, se consideră că supratensionarea nu poate constitui procedeul principal de reducere a pierderii de tensiune prin relaxare, cu atît mai mult cu cît ea nu este totdeauna posibilă (de exemplu, la armătura înfăşurată) şi în general, nu este economică.

Influenţa temperaturii. În procesul de execuţie a elementelor de mare serie se utilizează tratamente termice la 60 — 95°C (aburire, încălzire) sau chiar la 170 — 200°C (autoclavizare). Unele construcţii (recipiente pentru reactoare atomice, instalaţii pentru autoclavizare, şarpantă de acoperiş, în industrii la care se folosesc tratamente termice) sînt supuse, în exploatare, la temperaturi de 200 — 250°C.

Experimental, s-a constatat că influenţa temperaturii asupra pierderii de tensiune prin relaxare este predominantă, în comparaţie cu influenţa efortului iniţial. Analizîndu-se diagrama de variaţie în timp a acestei pierderi de tensiune se observă în prima perioadă o creştere mare într-un interval mic de timp. Într-o a doua perioadă, viteza de creştere a pierderii de tensiune tinde să devină constantă (pentru $\sigma_0 \leqslant 0{,}85\ \sigma_r$ şi $t = 200°C$).

Practic, se poate scrie relaţia:

$$\Delta\sigma_r (T) = \Delta\sigma_r (T_0) + K (T_o - T_0)\ \sigma_0$$

în care:

$\Delta\sigma_r (T)$ este pierderea de tensiune la temperatura T;
$\Delta\sigma_r (T_0)$ — idem, măsurată la tempatatura T_0; relaţia a fost stabilită pentru o temperatură de 20°C;
K — coeficient determinat experimental; la sîrme de înaltă rezistenţă, aproximativ egal cu 0,001 — 0,0015 1/grad.

O reducere importantă a sensibilităţii pierderii de tensiune la efectul temperaturii se poate obţine prin aşa-numitul proces de „stabilizare", constînd în încălzirea la 370 — 400°C a sîrmei sub tensiune.

Pentru mărirea rezistenţei la relaxare, firma Somerset (Anglia) a utilizat cu succes un tratament termic rapid de revenire a sîrmei sub tensiune, operaţie care se execută chiar în fluxul tehnologic şi care are ca urmare o creştere importantă a proprietăţilor elastice ale oţelului.

Prin tratament termic timp de două ore şi tensionare timp de 120 de ore, cu repetarea ciclului, se poate obţine un oţel care nu mai manifestă, practic, fenomenul de relaxare.

Deşi foarte eficace, această metodă este foarte complicată, utilizarea ei trebuind să fie justificată din punct de vedere economic.

Pentru controlul calităţii oţelului, atît la uzina producătoare, cît şi la beneficiar, sînt necesare încercări rapide pentru determinarea caracteristicii de relaxare.

În acest scop, unii cercetători au propus să se utilizeze efectul accelerator al temperaturii. Astfel, Larson şi Miller (S.U.A) recomandă relaţia:

$$T (C + \log\ t) = \text{constant}$$

în care:

T este temperatura în grade;
C — un coeficient în funcţie de oţel;
t — timpul în ore.

Stollte (R.F.G.) şi Kahilla (Anglia) au confirmat valabilitatea relaţiei date de Larson, găsind pentru oţelul stabilizat $C = 20$. Ei au dat grafice în care pierderea de tensiune este reprezentată în funcţie de temperatură şi de intervalele de timp.

Krochov şi Suhy (R.S.C.) au propus ca valoarea totală $\Delta\sigma_r$ să se determine în funcţie de valoarea măsurată la 24 de ore.

În Franţa s-a introdus în noile prescripţii valoarea maximă a pierderii de tensiune măsurată în intervalul de la 100 la 1 000 de ore pentru o tensiune iniţială $\sigma_0 > 0{,}2\sigma_r$. Generalizarea unei astfel de prevederi este împiedicată de lipsa posibilităţii de a determina rapid această valoare în procesul de producţie a sîrmei.

Mihailov (U.R.S.S.) consideră că nu este necesar a se merge prea departe cu simplificările. El apreciază că metoda de măsurare a frecvenţei vibraţiilor poate satisface cerinţele de precizie necesare. În acest caz, pînă în prezent, se cere determinarea pierderii de tensiune la 100 de ore.

În legătură cu valoarea de calcul a mărimii pierderii de tensiune prin relaxare, nu trebuie pierdut din vedere faptul că în urma scurtării betonului, variaţiei temperaturii şi solicitărilor şi datorită faptului că rezistenţa reală de rupere este, în general, mai mare decît valoarea normată — pierderea de tensiune $\Delta\sigma_r$ este mai mică decît cea determinată pentru lungime şi temperatură constantă.

Se citează astfel lucrările lui Dumas (Franţa), din care rezultă că, datorită reducerii lungimii betonului (ca urmare a deformaţiei în timp), chiar după 200 — 300 de ore se constată că efortul din armătura pretensionată nu mai este practic influenţat de fenomenul de relaxare.

Studii efectuate de Malatian şi Kricevski (U.R.S.S.) au arătat că se poate neglija în calcule creşterea pierderii de tensiune datorită relaxării după efectuarea tratamentelor termice utilizate în procesul de producţie a elementelor de serie din beton precomprimat.

În încheiere, se citează relaţiile date în SNiP P V 1—62 pentru calculul pierderii de tensiune din relaxare:

— pentru sîrme trefilate

$$\Delta\sigma_r = \left(0{,}27\,\frac{\sigma_0}{R_p^n} - 0{,}1\right)\sigma_0\,;$$

— pentru vergele laminate

$$\Delta\sigma_r = 0{,}4\left(0{,}27\,\frac{\sigma_0}{R_p^n} - 0{,}1\right)\sigma_0,$$

în care R_p^n este rezistenţa normată a oţelului.

Congresul internaţional pentru beton uşor de la Londra

Conf. ing. A. Mihul

Institutul politehnic Iaşi

În ultimii 10—15 ani, în ţările dezvoltate, creşterea utilizării betonului uşor în construcţii prezintă un caracter din ce în ce mai rapid. În acest sens, un interes deosebit pentru constructori îl prezintă lucrările Congresului internaţional de beton uşor organizat de Societatea engleză de ciment, care a avut loc la Londra în perioada 27—29 mai 1968.

La congres au participat peste 600 de persoane din 32 de ţări *. Delegaţiile cele mai numeroase au fost din Anglia, R.F.G. şi U.R.S.S.

Lucrările congresului au fost grupate în trei secţii:

La secţia I s-au discutat problemele referitoare la agregatele uşoare şi proprietăţile betonului uşor neîntărit, realizat pe şantier şi în fabrică, cît şi unele aspecte de tehnologie.

La secţia a II-a au fost prezentate lucrările cu privire la proprietăţile fizico-mecanice ale betonului uşor nearmat, ale betonului uşor armat cu şi fără tensiuni din precomprimare.

La secţia a III-a s-au dezbătut problemele legate de utilizarea în practică a betonului uşor, realizări deosebite, economie şi normele de proiectare.

Din lucrările prezentate din partea Angliei rezultă că betoanele uşoare au fost utilizate sporadic în această ţară încă de acum 70 de ani sub formă de betoane cu agregat din zgură

---

* Din ţara noastră au participat tov. A. Cristescu, ministru adjunct al Ministerului Industriei Construcţiilor, şi conf. ing. A. Mihul de la Institutul politehnic Iaşi (din partea Ministerului Învăţămîntului).

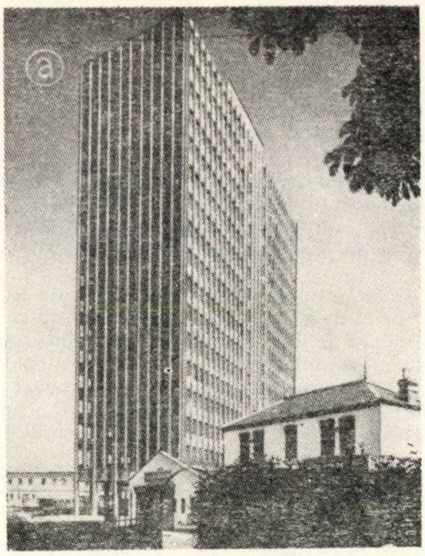
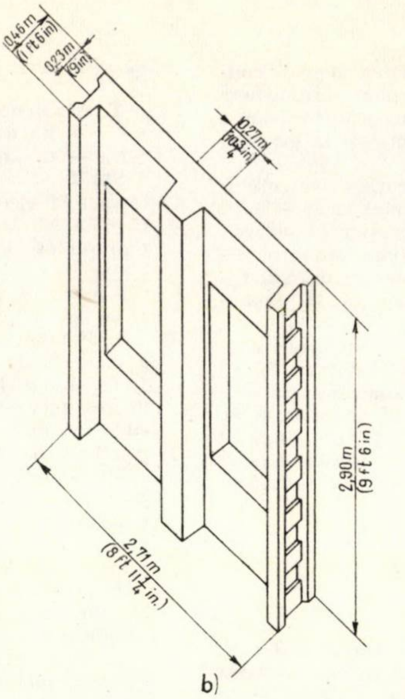


Fig. 1 – **Clădire de 18 etaje la Londra, cu pereți portanți exteriori de beton ușor**

a – aspectul clădirii; *b* – panouri utilizate



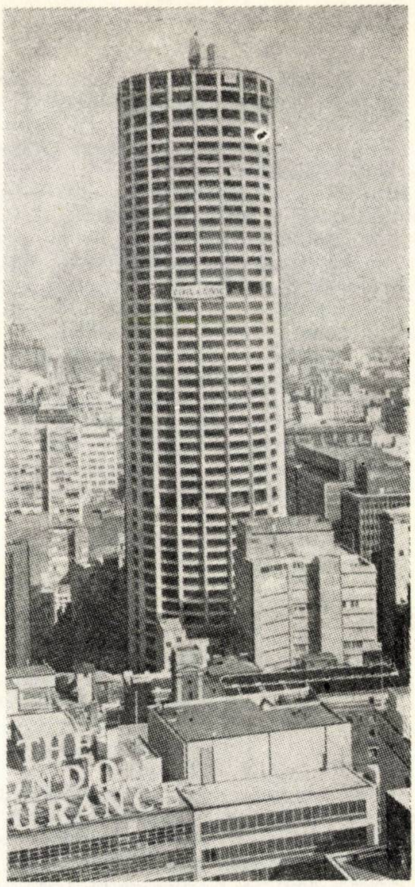
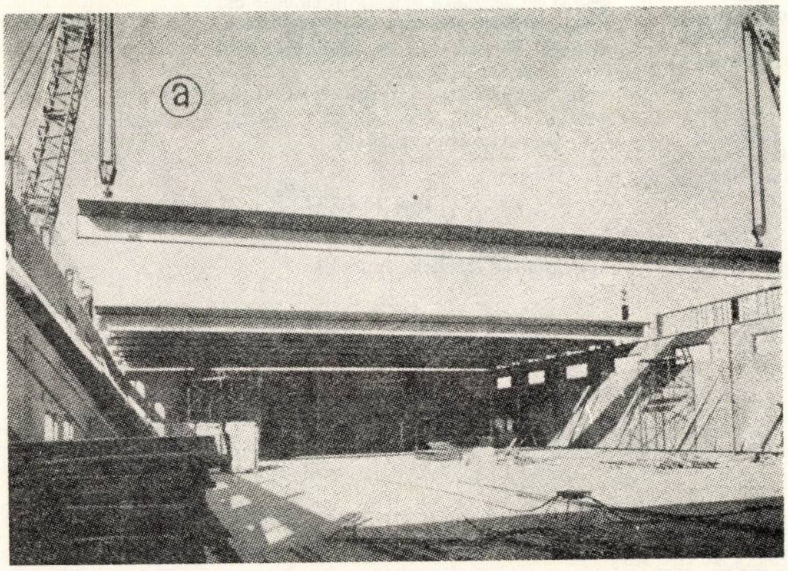


Fig. 2 – **Clădire administrativă cu 59 de etaje la Sydney (Australia)**



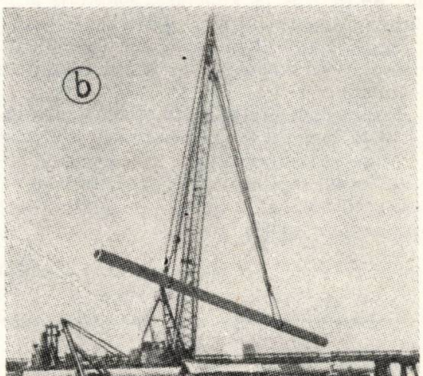
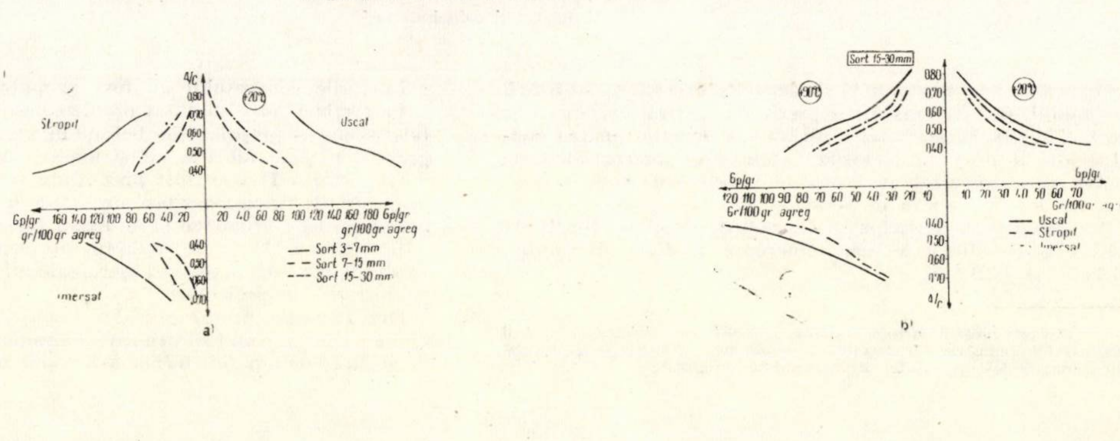


Fig. 3 – **Elemente prefabricate de mari deschideri realizate din beton ușor precomprimat în S.U.A.**

a – grinzi T de 2,5/30 m, de 96 tf greutate;
b – piloți pentru fundații cu secțiune inelară, de 37 m lungime, de 120 tf greutate

Fig. 4 – **Variația greutății relative a cantității de ciment reținute de granulele de granulit în funcție de factorul a/c și de:**

a – dimensiunile și modul de umezire a granulelor; *b* – de temperatura granulelor și modul de umezire pentru sortul 15–30 mm



şi piatră ponce. Astăzi, în afara betonului celular, sînt larg utilizate betoanele uşoare confecţionate cu agregate sub formă de argilă expandată sub denumirea de : aglite, solite (arse pe benzi) şi leca (în cuptoare rotative, similar cu granulitul), din cenuşă de la termocentrale (aglomerată şi arsă în cuptoare pe grile) sub denumirea lytag, cît şi sub formă de agregate naturale ca piatra ponce. Producţia şi greutatea unitară aparentă în grămadă ale acestor agregate sînt date în tabela 1.

Tabela 1

Agregate uşoare utilizate în Anglia

Denumirea agregatului	Producţia anuală (mii m^3)	Greutatea unitară aparentă (kg/m^3)
Piatră ponce	570	670
Aglite	230	640–960
Lytag	500	770–950
Leca	340	320–480
Solite	230	640–720

Cel mai uşor agregat îl constituie leca.

Pentru pereţi sînt utilizate betoane cu structură poroasă, cu greutatea unitară aparentă de 1000–1300 kg/cm^3 şi rezistenţa de 30–100 kgf/cm^2. Astfel de betoane sînt utilizate în cele mai multe ţări din Europa.

Betoanele uşoare (tabela 2) sînt larg utilizate şi pentru alcătuirea structurilor de rezistenţă la construcţii importante cu multe niveluri sau deschideri mari.

Tabela 2

Caracteristicile betoanelor uşoare utilizate în Anglia

Denumirea betonului	Greutatea unitară aparentă (kg/m^3)	Rezistenţa (kgf/cm^2)
Beton de piatră ponce	1680–2000	210–420
Aglite beton	1520–1680	210–420
Lytag beton	1600–1760	210–420
Leca beton	1200–1740	70–210
Solite beton	1520–1680	210–420

Dintre exemplele de clădiri realizate am reţinut blocul administrativ cu 18 niveluri executat în Londra (fig. 1 *a*), cu structura din pereţi exteriori portanţi alcătuiţi din panouri mari prefabricate din beton uşor cu nervuri (fig. 1 *b*), care au servit pentru formarea pilaştrilor. Greutatea unitară aparentă a betonului a fost de 1 930 kg/cm^3, pentru care a rezultat o rezistenţă de 441 kgf/cm^2 şi un coeficient de conductibilitate termică $\lambda = 0{,}42$ kcal/m^2 h grd. La alte clădiri sînt utilizate panouri prefabricate ale căror dimensiuni sînt : 7,6 m înălţime, 2,4 m lăţime şi 25 cm grosime. Greutatea unitară aparentă a betonului este de 1 700–1 870 kg/m^3, iar rezistenţa la compresiune de 210–315 kgf/cm^2.

După părerile exprimate în comunicările prezentate, folosirea betonului uşor în Anglia, la cea mai mare parte a clădirilor, este mai bine justificată decît a betonului greu. Astfel, utilizarea betonului uşor în locul betonului greu duce la micşorarea greutăţii construcţiilor cu 16–40%, ceea ce constituie de fapt un mijloc de reducere a costului construcţiilor prin reducerea cheltuielilor de transport şi mai cu seamă prin reducerea dimensiunilor secţiunilor ca o consecinţă a micşorării greutăţii proprii a elementelor componente.

Din analiza modificării costului diverselor tipuri de construcţii ca o consecinţă a înlocuirii betoanelor obişnuite cu betoane uşoare au rezultat reduceri mai importante de cost la fundaţiile clădirilor, care se micşorează cu circa 15% (ca urmare a reducerii greutăţii proprii a clădirilor), cît şi la structura construcţiilor dezvoltată pe orizontală.

Un interes deosebit l-au prezentat comunicările specialiştilor din Australia. Agregatele utilizate sînt similare cu cele folosite în Anglia. Există o bogată experienţă în construcţia clădirilor cu 2, 4, 8, 20 şi în ultima vreme cu 30 de niveluri din elemente prefabricate din beton uşor fără carcasă. La Sydney a fost realizată o clădire cu 50 de niveluri din beton uşor monolit (184 m înălţime) utilizată ca bloc administrativ (fig. 2). Este cea mai înaltă construcţie din lume, realizată din beton uşor. Betonul uşor de rezistenţă folosit are greutatea unitară aparentă medie de 1 730 kg/m^3, iar rezistenţa de 32 kgf/cm^2. Datorită reducerii greutăţii proprii prin utilizarea betoanelor uşoare au fost economisiţi 1 100 000 dolari. În prezent este în curs de execuţie un bloc de locuinţe cu 50 de niveluri.

Lucrările expuse din partea Austriei au prezentat interes în problema fabricării şi utilizării agregatului uşor de fracţiuni mici ($\geqslant$ 7 mm). Betoanele realizate cu astfel de agregate au avut rezistenţe de 300–450 kgf/cm^2 şi greutatea unitară aparentă de 1800–2000 kg/m^3.

Din referatele prezentate din partea U.R.S.S. am reţinut utilizarea foarte largă a betonului uşor pentru execuţia panourilor mari prefabricate de pereţi într-un singur strat, a fişiilor cu goluri, a panourilor mari cu goluri pentru planşee armate cu armătură nepretensionată şi pretensionată.

Lucrările prezentate din partea S.U.A. s-au axat în special pe analiza problemelor economice ale betonului uşor. S-a scos în evidenţă faptul că, la sistemele de rezistenţă, betonul uşor armat devine raţional mai cu seamă la construcţiile cu deschideri mari, atunci cînd greutatea proprie are o pondere importantă în raport cu celelalte sarcini. Din cele prezentate a reieşit că, în ansamblu, construcţiile realizate din beton uşor sînt mai ieftine decît cele executate din betoane grele,

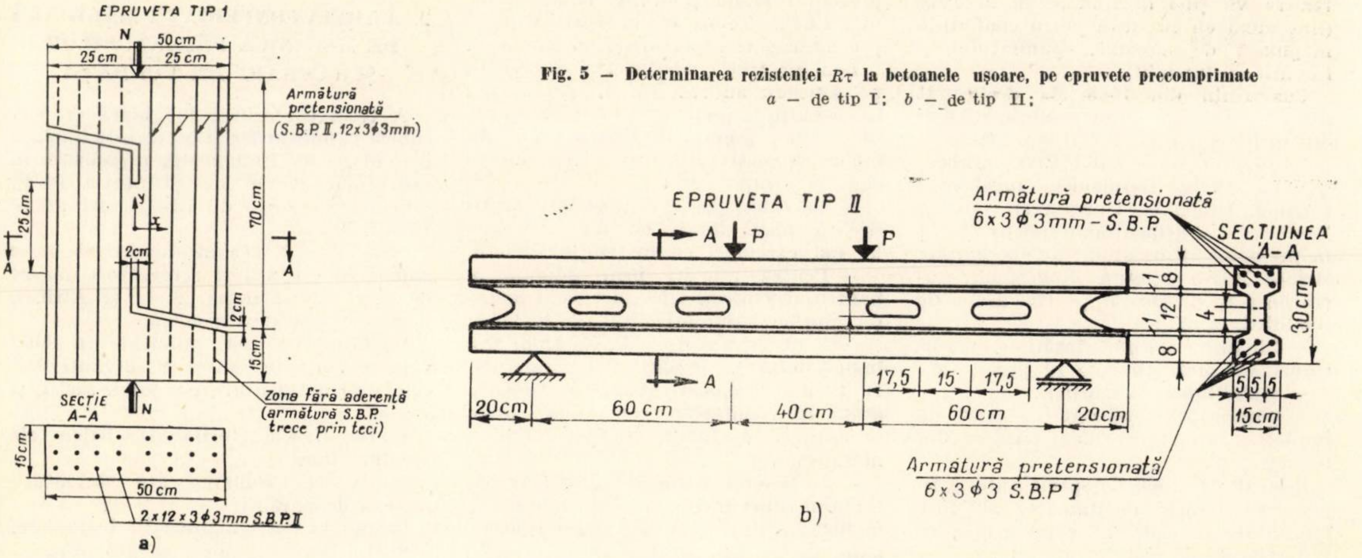


Fig. 5 — **Determinarea rezistenţei R_τ la betoanele uşoare, pe epruvete precomprimate**
a — de tip I; *b* — de tip II;

cu toate că adeseori betonul uşor este mai scump în raport cu cel greu.

Dintre sistemele utilizate prezintă interes mai cu seamă elementele mari de acoperiş precomprimate sub formă de grinzi cu secţiunea în T, lungi pînă la 30 m (fig. 3 *a*), piloţii cu secţiune inelară de 37 m (fig. 3 *b*), celulele reactoarelor atomice, traverse, piste pentru aerodroame şi drumuri. În lucrările care au analizat avantajele betoanelor uşoare în raport cu ale celor grele s-a scos în evidenţă faptul că reducerea modulului de elasticitate al betonului uşor influenţează avantajos comportarea unor astfel de betoane la acţiunea sarcinilor dinamice în raport cu cele grele.

Din partea R.F.G. au fost prezentate lucrări în legătură cu problemele de calcul al elementelor şi structurilor alcătuite din betoane uşoare.

Din partea ţării noastre, autorul a prezentat două lucrări, prima la secţia I, cu titlul ,,Determinarea peliculei aderente de lapte de ciment la granulele de cheramzit'' * şi a doua, la secţia a II-a, cu titlul ,,Rezistenţa de forfecare la betoanele uşoare din granulit'' **. Elementul de noutate prezentat în prima lucrare constă în elaborarea unei metode pentru determinarea dozajului optim de ciment necesar pentru realizarea betoanelor monogranulare cu agregate uşoare. Această metodă permite totodată să fie analizate şi influenţele pe care le prezintă starea de umiditate a agregatelor (uscat, stropit sau imersat) şi temperatura la care agregatul este încălzit (normal, 80 şi 120°C) asupra grosimii peliculei de ciment absorbite şi care, în ultimă instanţă, hotărăşte caracteristicile mecanice ale betoanelor uşoare şi le influenţează pe cele fizice (fig. 4).

Cealaltă lucrare stabileşte un procedeu de determinare a rezistenţei de forfecare obţinut prin utilizarea unor epruvete simple în care s-au introdus tensiuni iniţiale astfel dirijate încît influenţa eforturilor principale de întindere să fie redusă la valori minime, asigurîndu-se posibilitatea manifestării eforturilor τ pînă la pierderea capacităţii de rezistenţă a epruvetei, cauza ruperii fiind depăşirea rezistenţei R_τ (fig. 5).

În afara betoanelor cu agregate uşoare, un mare număr de referate prezentate la congres s-au ocupat de utilizarea betonului celular în construcţiile civile şi industriale. În acest sens, au fost deosebit de interesante lucrările prezentate din partea Suediei, Angliei şi U.R.S.S. Din referate a rezultat o creştere foarte mare, în ultimii ani, a producţiei de diverse materiale realizate din betoane celulare. Astfel, în prezent, în Anglia se produc circa 1,3 milioane m^3 pe an (în 13 fabrici) de tipul ytong (adaos de nisip măcinat), siporex (nisip măcinat şi zgură), silcon (cu adaos de cenuşă) etc., cu greutatea unitară aparentă de circa 500 kg/m^2 si rezistenţa de 30 kgf/cm^2. În Suedia se produc 1,3 milioane m^3/an, în U.R.S.S. 3 milioane m^3/an cu greutatea unitară 700 kg/m^3 şi rezistenţa de 50 kgf/cm^2. In prezent sînt în construcţie fabrici care vor produce beton celular cu greutate unitară de 600 şi 500 kg/m^3.

În cea mai mare parte, betonul celular se livrează sub formă de elemente de dimensiuni reduse, plăci sau blocuri nearmate, în proporţie de 70 %. Circa 30 % din betonul celular se livrează sub formă de fîşii termoizolante armate, nepretensionate şi în mică măsură pretensionate.

Se poate spune, în general, că lucrările Congresului internaţional de beton uşor de la Londra au scos în evidenţă avantajele mari pe care le prezintă betonul uşor faţă de betonul greu pentru o serie de construcţii, creşterea tot mai accentuată a volumului de beton cu agregate uşoare şi a celui de beton celular în construcţii în ţările dezvoltate, necesitatea adîncirii problemelor de cercetare şi mai cu seamă de proiectare în vederea sporirii utilizării betoanelor uşoare şi a celor celulare în construcţii.

---

* Elaborată împreună cu ing. Radu Grigorescu, ing S. Corobceanu, M. Voicu şi R. Tanciu.

** Elaborată împreună cu ing. A. Cuciureanu.

Despre două interesante manifestări internaţionale în domeniul geotehnicii şi fundaţiilor

1. CONFERINŢA ŢĂRILOR DUNĂRENE DE MECANICA PĂMÎNTURILOR ÎN CONSTRUCŢIA DRUMURILOR

Această conferinţă a fost organizată de Comitetul Naţional Austriac din cadrul Uniunii austriece a inginerilor şi arhitecţilor din Viena, care este afiliat Asociaţiei Internaţionale de Mecanica Pămînturilor de Fundaţii.

Primele două conferinţe, în 1965 şi 1968, au avut loc la Viena, iar următoarea se va ţine la Budapesta în 1971 (împreună cu cea de-a patra conferinţă maghiară de mecanica pămîntului şi lucrării de fundaţii).

Conferinţa din 1968 s-a desfăşurat între 8—10 mai, luînd parte specialişti din următoarele ţări: Austria, Bulgaria, Cehoslovacia, Danemarca, Elveţia, Franţa, R. F. a Germaniei, Iugoslavia, Polonia, România, Ungaria şi Uniunea Sovietică. Participanţilor li s-au prezentat în prealabil 48 de studii de specialitate strînse într-o broşură litografiată. Lucrările s-au desfăşurat pe trei grupe de tematică, şi anume

— fundaţii, calculul tasărilor, măsurători ale presiunii apei în pori ş. a.;

— stabilitatea taluzurilor;

— pămînturi stabilizate ca strat de fundaţie, cercetarea degradărilor din îngheţ.

Cele 48 de studii de specialitate, grupate pe temele menţionate, au fost prezentate în cadrul fiecărei grupe, în trei referate de sinteză, astfel:

—,,Cele mai importante probleme de fundaţii'', prezentat de prof. dr. A. Kézdi — Budapesta.

— ,,Stabilitatea taluzurilor'', prezentat de prof. ing. H. Borowicka — Viena.

— ,,Influenţa îngheţului asupra construcţiilor de drumuri'', prezentat de prof. dr.ing. R. Jelinek — München.

Fiecare temă a conferinţei a fost urmată de discuţii la care au fost prezentate şi studii suplimentare. Din ţara noastră au luat parte la discuţii şi au prezentat studii prof. ing. Hugo Lehr, ing. Eugen Todea de la Institutul de proiectări şi transporturi şi subsemnatul.

Din lucrările conferinţei şi din vizita pe şantiere au rezultat unele aspecte interesante în problemele de stabilitatea taluzurilor, prevenirea degradărilor din îngheţ şi construcţia drumurilor, dintre care se menţionează:

— La consolidarea rambleelor se utilizează piloţi foraţi cu diametrul de 90 cm executaţi cu instalaţia Benoto.

— Pentru asanări prin drenaje şi pentru ancoraje se aplică frecvent metoda găurilor forate orizontal sau înclinat.

— Pentru prevenirea degradărilor din îngheţ-dezgheţ, studiile elaborate în R. F. a Germaniei, Austria, Ungaria arată că rezultatele cele mai bune se obţin prin stabilizarea patului drumului cu var.

— În scopul reducerii grosimii sistemului rutier în zone cu sensibilitate la îngheţ, se utilizează straturi termoizolante de 2,5 cm grosime. Această problemă este studiată de prof. ing. R. Jelinek din München.

— În zone instabile, după executarea lucrărilor de consolidare se aplică pentru o perioadă de 1—2 ani o îmbrăcăminte asfaltică provizorie şi numai după constatarea stabilizării se execută îmbrăcămintea definitivă.

Lucrările conferinţei au oferit astfel posibilităţi largi de cunoaştere a unor probleme actuale din construcţia drumurilor.

2. A TREIA CONFERINŢĂ MAGHIARĂ DE MECANICA PĂMÎNTURILOR ŞI LUCRĂRI DE FUNDAŢII

A treia conferinţă maghiară de mecanica pămînturilor şi lucrări de fundaţii a avut loc la Budapesta, organizată în cadrul Academiei de Ştiinţe a R. P. Ungaria, în zilele de 15—18 octombrie 1968.

Conferinţa a întrunit lucrări ale unor oameni de ştiinţă şi cercetători din 24 de ţări (din Europa, Asia şi Africa), printre care şi ţara noastră.

Lucrările au fost publicate în două volume tipărite anterior dezbaterilor, care s-au desfăşurat pe patru secţii, şi anume:

Secţia I. Caracteristicile fizice ale pămînturilor.

Secţia II. Probleme ale stabilităţii maselor de pămînt.

Secţia III. Diferite procedee de fundare.

Secţia IV. Mecanica rocilor tari.

În cadrul secţiilor, cele 91 de lucrări au fost grupate pe probleme comune, prezentîndu-se de către referenţi iniţial numiţi sinteza acestora, după care au urmat discuţii.

Dintre problemele cele mai importante care au preocupat un număr mare de participanţi, se menţionează repartizarea presiunilor în teren, împingerea pămîntului, calculul tasărilor, sisteme de fundare în adîncime, capacitatea piloţilor în general şi a piloţilor introduşi în pămînt prin vibrare în special, probleme referitoare la încercarea pămînturilor la faţa locului (penetrarea,forfecarea etc.).

Lucrarea prezentată de subsemnatul, care se referă la folosirea vibrării pentru executarea unor lucrări de înfigere şi smulgere a piloţilor şi palplanşelor, a fost publicată şi discutată în cadrul secţiei a III-a.

Foarte bine organizată, cu traducerea expunerilor concomitent în limbile engleză, rusă, germană şi maghiară, conferinţa a oferit posibilitatea unui larg schimb de opinii în probleme de specialitate. Dintre personalităţile de seamă ce activează în acest domeniu şi care au participat la conferinţă se menţionează: Titovici — U. R. S. S., Kerisel — Franţa, Leonard — Anglia, Kézdi — Ungaria, Nonveiller — Iugoslavia, Pietrovski — Polonia, Schubert — R.D.G., Ikeda — Japonia, Dinesh — India, Brams — Suedia.

Lucrările s-au încheiat cu o rezoluţie din care rezultă progresele înregistrate în studiul fundaţiilor, precum şi direcţiile în care trebuie orientate noile cercetări, cum ar fi capacitatea portantă a terenului şi piloţilor (îndeosebi a celor introduşi prin vibrare), repartizarea presiunilor în teren şi încercarea pămînturilor la faţa locului.

În cadrul programului s-au mai vizitat laboratoarele unui institut de studii şi prospecţiuni geotehnice, laboratoarele Universităţii tehnice din Budapesta, precum şi mai multe şantiere cu probleme deosebite de fundaţii, dintre care se menţionează şantierul metroului din Budapesta, contribuind astfel la efectuarea unui larg schimb de experienţă.

Cele două conferinţe menţionate se vor reedita sub o singură manifestare în anul 1971, sub coordonarea Academiei maghiare de ştiinţe (la Budapesta), unde, faţă de interesul manifestat, se apreciază încă de pe acum interesul mare ce-l vor stîrni în faţa specialiştilor.

Conf. dr. ing. **Marin Păunescu**
Institutul politehnic — Timişoara

Notă : Materialele celor două conferinţe se găsesc la biblioteca catedrei de drumuri şi fundaţii a Institutului politehnic Timişoara.

RECENZII

INCERC : STUDII ŞI CERCETĂRI
nr. 5, 1968

1. Primul articol: **,,Instrucţiuni tehnice pentru tratarea termică a betoanelor folosite la confecţionarea elementelor prefabricate''** (autori: ing. D. Manare şi ing. M. Traubici — Seria Betoane şi mortare), cuprinde o prezentare sintetică a conţinutului instrucţiunilor menţionate, ce au fost elaborate de INCERC pe baza unor cercetări sistematice, proprii, efectuate de autori timp de trei ani. Se expun principalele prevederi ale instrucţiunilor pe capitole (Prevederi generale; Materiale; Tipare; Instalaţii; Ciclul de tratare termică; Conducerea şi controlul proceselor de tratare termică), explicîndu-se şi fundamentîndu-se fiecare prevedere, pentru a permite înţelegerea fenomenelor şi aplicarea corectă a indicaţiilor date.

Articolul, ca şi instrucţiunile propriuzise, care conţin o serie de prevederi inedite faţă de alte materiale similare din străinătate, răspund unor nevoi reale şi stringente ale producţiei şi reprezintă o valoroasă contribuţie a cercetării pentru îmbunătăţirea calităţii şi mărirea eficienţei economice a prefabricatelor de beton armat produse pe cale industrială.

2. Articolul al doilea: **,,Date comparative privind rezistenţa la întinderea din încovoiere şi întinderea indirectă a betonului''** (autori: ing. Gh. Drăgănescu şi ing. St. Enescu — Seria Betoane şi mortare), tratează o problemă de specialitate mai îngustă, privind metodologia de determinare a rezistenţei la întindere a betonului. Pe baza unor numeroase încercări de laborator, pe 24 de tipuri diferite de beton (în funcţie de variaţia naturii cimentului, dozajului de ciment şi raportul a/c) şi prin interpretarea statistică a rezultatelor obţinute pentru rezistenţele la întindere din încovoiere ,,R_t şi rezistenţa la întindere indirectă ,,R_{ti} prin despicare (metoda braziliană), autorii stabilesc corelaţia şi relaţiile care exprimă raportul $\frac{R}{R_{ti}}$, în funcţie de parametrii variabili luaţi în considerare.

Articolul cuprinde o serie de grafice şi tabele care indică aceste relaţii şi pe această bază autorii ajung la concluzia că se poate lua $R_{ti} = R_t$ pentru betoanele curente de marcă B 150—B 400 şi recomandă adoptarea metodei de determinare a rezistenţei la întindere a betonului, prin metoda mai simplă a întinderii indirecte pe cuburi de beton.

Datele şi concluziile sînt interesante şi se consideră justificată aplicarea lor pentru verificare pe scară largă în practica laboratoarelor de încercări pentru betoane din ţara noastră.

3. În al treilea articol: **,,Cercetări privind comportarea în betoane a unui nou aditiv plastifiant mixt, denumit DISAN''** (autori: ing. E. Ionescu, ing. S. Teslaru, ing. St. Enescu — Seria Betoane-mortare) se prezintă rezultatele cercetărilor de laborator şi ale experimentărilor pe şantiere asupra utilizării în betoane a unui aditiv indigen plastifiant mixt — DISAN — produs de Fabrica de celuloză Zărneşti, pe baza indicaţiilor INCERC.

Cercetările prezentate pun în evidenţă eficacitatea acestui aditiv — comparabilă cu a celor mai bune produse similare din străinătate — în ceea ce priveşte sporirea lucrabilităţii betoanelor, reducerea permeabilităţii la apă cu presiune, mărirea rezistenţelor la îngheţ-dezgheţ, precum şi creşterea rezistenţelor mecanice ale betoanelor.

Articolul arată ca domeniu principal de aplicare a acestui aditiv: betoanele hidrotehnice şi betoanele pentru drumuri, permiţîndu-se renunţarea la importul unor aditivi străini.

4. Articolul: **,,Noi studii privind comportarea şi calculul elementelor de beton armat la acţiunea forţelor tăietoare''** (autori: conf. dr. ing. D. Dumitrescu, ing. M. Weissenberg, ing. M. Spînoche şi ing. J. Ban — Seria Beton armat), expune în prima parte rezultatele unor încercări efectuate la INCERC asupra unor grinzi de beton armat avînd armarea longitudinală din oţel PC 60, pentru determinarea influenţei aderenţei armăturilor longitudinale (cu diferite grade de aderenţă) asupra capacităţii portante la forţă tăietoare a elementelor respective, în funcţie de raportul M/Qh_0.

În ultima parte a lucrării se prezintă rezultatele unei analize comparative privind prevederile diferitelor prescripţii naţionale şi recomandări internaţionale referitoare la calculul elementelor de beton armat la acţiunea forţei tăietoare, precum şi confruntarea acestora cu rezultatele experimentale. Pe baza acestei analize se fac o serie de aprecieri în legătură cu prescripţiile de calcul existente privind acţiunea forţei tăietoare la elementele de beton armat.

5. În articolul al cincilea: **,,Fisurarea plăcilor armate pe două direcţii''** (autori ing. G. Stănculescu, dr. ing. V. Petcu şi ing. P. Ionescu — Seria Beton armat) se prezintă rezultatele experimentale obţinute la mărimea deschiderii fisurilor, din încercarea pînă la rupere a 14 plăci pătrate de beton armat armate pe două direcţii cu vergele de oţel OL 38, TOR 47 şi PC 52 şi solicitate de patru forţe concentrate. Rezultatele experimentale obţinute sînt comparate cu cele reieşite din calculele efectuate, punîndu-se în evidenţă diferenţele ce apar faţă de prevederile unor prescripţii în vigoare.

6. Articolul: **,,Aspecte ale încercării unor tronsoane experimentale din bolţari de beton armat asamblaţi prin buloane la canalul colector''** (autori: ing. O. Bîrsan, ing. N. Sachelarescu,

ing. M. Weissenberg, ing. I. Ban, ing. G. Ernest – Seria Beton armat), conţine rezultatele unor experimentări efectuate în anii 1966–1968, de către INCERC în colaborare cu Direcţia generală de construcţii-montaj a Consiliului Popular al Municipiului Bucureşti, asupra unor tronsoane de bolţari şi elemente izolate folosite la construcţia unui canal colector executat cu scut hidromecanic. Experimentările efectuate pe standuri speciale au pus în evidenţă, modul de comportare a structurii la încărcare şi influenţa diferiţilor parametri, rezerva de rezistenţă de care este capabilă, ceea ce a permis reducerea succesivă a grosimii bolţarilor şi a armăturii acestora.

7. În ultimul articol: **,,Probleme actuale şi de viitor în compactarea betoanelor monolite şi prefabricate"** (autori: ing. V. Roşca şi ing. M. Stancu – Seria Betoane mortare) se trec în revistă în mod succint principalele probleme ale compactării betoanelor, care fac obiectul unor ample şi sistematice studii teoretice şi cercetări experimentale întreprinse de autori în cadrul INCERC, în ultimul timp. Articolul se ocupă în special de vibrarea betonului realizată prin diferite procedee (pe masă vibrantă, pe reazeme vibrante, cu vibratoare de exterior şi de interior), arătînd influenţa diferiţilor parametri ai vibrării (frecvenţă, acceleraţie, forţă parturbatoare) şi corelarea acestora cu caracteristicile amestecului de beton proaspăt (granulozitate, dozaj ciment, raport a/c) şi cu proprietăţile reologice ale acestuia.

Se arată apoi modalităţile tehnice de realizare şi exploatare a mijloacelor şi procedeelor de compactare prin vibrare, precum şi metode originale de control al eficacităţii lor

INCERC: STUDII ŞI CERCETĂRI nr. 6, 1968

Această broşură, care cuprinde **,,Îndrumări pentru utilizarea în elemente de construcţii din beton precomprimat a armăturilor precomprimate din vergele cu profil periodic PC 90"** (Seria Beton precomprimat), constituie un preţios material pentru unităţile de proiectare şi execuţie, în aplicarea în practică a unui nou tip de armătură din oţelul PC 90, asimilat de industria metalurgică, pe baza cercetărilor INCERC*.

Îndrumările cuprind metode de calcul, modul de alcătuire şi realizare constructivă a elementelor de beton precomprimat prevăzute cu armături pretensionate din vergele de oţel cu profil periodic PC 90, precum şi indicaţiile tehnologice şi procedeele de pretensionare pentru punerea în operă a acestor armături.

Aplicarea acestor îndrumări permite lărgirea domeniului de aplicare a betonului precomprimat în special la elementele de construcţii folosite în medii agresive.

Mircea Soare

APLICAREA ECUAŢIILOR CU DIFERENŢE FINITE LA CALCULUL PLĂCILOR CURBE SUBŢIRI

Ediţia a II-a

Bucureşti, Ed. Academiei R.S.R., 1969

Recent a apărut în Editura Academiei Republicii Socialiste România ediţia a II-a a cărţii doctorului ing. Mircea Soare ,,Aplicarea ecuaţiilor cu diferenţe finite la calculul plăcilor curbe subţiri".

Folosirea pe scară tot mai largă în proiectarea construcţiilor a calculatoarelor electronice a lărgit considerabil domeniul de aplicare a metodelor numerice, printre care metoda diferenţelor finite are o foarte mare răspîndire. Cu ajutorul acestora, sistemele de ecuaţii diferenţiale pot fi transformate în sisteme de ecuaţii algebrice şi rezolvate astfel cu calculatoare electronice, necunoscutele rezultînd într-un număr de puncte ales la începutul calculelor. La rezolvarea unui mare număr de probleme din teoria plăcilor curbe subţiri, metoda diferenţelor finite furnizează soluţia cea mai adecvată şi uneori chiar unica soluţie.

Preocupările autorului privind folosirea ecuaţiilor cu diferenţe finite la calculul plăcilor curbe subţiri s-au concretizat în 1954 prin apariţia în Editura de stat pentru arhitectură şi construcţii a unei prime forme mai reduse a lucrării de faţă. Dezvoltarea acestei cărţi, atît pe baza activităţii de cercetare dusă de autor şi concretizată prin publicarea unui număr mare de lucrări, cît şi pe baza strîngerii şi sistematizării unui bogat material bibliografic, a dus la apariţia în Editura Academiei R. S. R., în 1959, a primei ediţii a cărţii de faţă.

Interesul deosebit manifestat în străinătate faţă de această carte a dus la traducerea ei în limba franceză şi publicarea, în 1962, într-o ediţie comună a editurilor Eyrolles şi a Academiei R.S.R. Cartea a fost distinsă şi cu premiul Traian Vuia al Academiei R.S.R. În 1967, lucrarea a fost tradusă şi în limba engleză, în coeditare cu editura Pergamon Press Oxford.

Mircea Soare
Aplicarea ecuaţiilor cu diferenţe finite la calculul plăcilor curbe subţiri
Editura Academiei Republicii Socialiste România

Succesul primei ediţii, continuarea preocupărilor autorului de a lărgi domeniile de folosire a acestor ecuaţii în cadrul teoriei plăcilor curbe subţiri, precum şi a apariţiei în literatura de specialitate a unor noi lucrări valoroase, a dus la fericita soluţie de reeditare a acestei lucrări într-o formă care păstrează concepţia principală a primei ediţii, dar modifică substanţial tratarea problemelor.

Primul capitol, ,,Ecuaţiile generale ale plăcilor curbe subţiri", cuprinde, după definirea elementelor de geometrie diferenţială a suprafeţelor şi a ipotezelor de calcul, stabilirea ecuaţiilor generale de echilibru, scrise în coordonate curbilinii şi carteziene, ecuaţiile de deformaţii, relaţiile de elasticitate şi metodele generale de rezolvare a ecuaţiilor de bază.

Capitolul al doilea, ,,Metoda diferenţelor finite", se ocupă de transcrierea derivatelor funcţiilor în diferenţe finite, folosind metoda parabolei (cu împărţiri în intervale egale şi neegale), metoda poligonului funicular şi metoda plurilocală. Pentru funcţii cu două variabile independente se dezvoltă diferenţele finite pentru reţele dreptunghiulare şi triunghiulare. Se studiază, de asemenea, şi unele aplicaţii ale diferenţelor finite la rezolvarea unor ecuaţii diferenţiale de ordinul doi şi se dau metode privitoare la determinarea erorilor. Capitolul se încheie cu prezentarea succintă a metodei Runge-Kutta pentru ecuaţii de ordinul întîi şi a metodei Nyström pentru cele de ordinul doi.

Al treilea capitol, ,,Teoria de membrană la plăci curbe subţiri de rotaţie", tratează integrarea ecuaţiilor diferenţiale rezultate din scrierea condiţiilor de echilibru pentru stări de eforturi axial-simetrice şi antisimetrice. Se folosesc metode de integrare directe sau aproximative cu serii trigonometrice sau diferenţe finite. Exemplele de calcul detaliază determinarea stării de eforturi pentru turnuri de răcire sub formă de hiperboloid de rotaţie, din încărcările greutate proprie, seismice şi vînt. Deosebit de interesant este calculul unui turn de răcire cu imperfecţiuni geometrice rezultate dintr-o turnare defectuoasă.

În capitolul al patrulea, ,,Teoria de membrană la plăci curbe subţiri oarecare", se studiază detaliat particularităţile stării de eforturi (condiţii marginale, valori la colţuri, condiţii de echilibru global) şi aplicarea diferenţelor finite la rezolvarea ecuaţiilor diferenţiale de ordinul doi. Exemplul de calcul studiază starea de eforturi într-o cupolă sferică pe contur pătratic, sub acţiunea greutăţii proprii.

Capitolul al cincilea, ,,Teoria de membrană la plăci curbe subţiri de translaţie", analizează modul de determinare a stării de eforturi prin folosirea metodei parabolei, poligonului funicular şi a metodei plurilocale. Funcţiile de eforturi se determină prin metoda aproximaţiilor succesive, a relaxării şi a integrării analitice a moleculei de calcul. Exemplele de calcul studiază starea de eforturi într-o suprafaţă de translaţie avînd drept directoare două arce de cerc, respectiv două arce de parabole, folosind metodele aproximaţiilor succesive şi a relaxării, prin aplicarea metodelor parabolei şi plurilocale. De asemenea, se determină eforturile într-un paraboloid eliptic pe contur dreptunghiular cu încărcări orizontale şi deformaţiile unui paraboloid de rotaţie pe contur triunghiular echilateral cu încărcări verticale.

---

* Autori: ing. T. Cărare, ing. A. Mihul, ing. G. Sulea, dr. ing. M. Tannenbaum şi ing. M. Vernescu.

În capitolul al şaselea, ,,Teoria încovoierii la plăci curbe subţiri avînd forma unei suprafeţe de rotaţie completă'', se determină ecuaţiile generale pentru stări de eforturi axial-simetrice în metoda mixtă şi se folosesc la acestea diferenţele finite, întrebuinţînd metoda parabolei şi metoda plurilocală. Se studiază, de asemenea, şi încastrarea elastică în elementele de margine. Exemplul de calcul determină starea de eforturi într-o cupolă eliptică, produsă de o variaţie a temperaturii. În încheierea capitolului se studiază şi teoria de încovoiere pentru încărcări nesimetrice, precum şi folosirea metodei elementelor finite.

Capitolul al şaptelea, ,,Teoria încovoierii la plăci subţiri cilindrice'', începe prin stabilirea ecuaţiilor de bază, particularizate pentru cilindrul circular complet încărcat simetric, avînd pereţii cu grosimi variabile. Pentru cilindrii circulari încărcaţi nesimetric se discută simplificările introduse de diverşi autori. Foarte interesant este studiul stării de eforturi şi deformaţii la cilindrii intersectaţi, folosind metoda diferenţelor finite, pe care îl detaliază şi exemplul de calcul.

În capitolul al optulea, ,,Teoria încovoierii la plăci subţiri prismatice'', se prezintă pe larg teoriile de calcul şi determinarea necunoscutelor. Exemplele de calcul studiază posibilitatea rezolvării plăcilor cilindrice prin înlocuirea acestora cu plăci prismatice cu 5, 7 şi 9 feţe.

În capitolul al nouălea, ,,Teoria încovoierii la plăci curbe subţiri pleoştite'', se transcriu ecuaţiile generale stabilite în primul capitol, folosind diferenţele finite. Exemplele de calcul studiază starea de eforturi într-un paraboloid de rotaţie, atît pe contur rombic, cît şi pe contur exagonal, într-un paraboloid hiperbolic limitat la generatoare, încastrat pe contur şi a unui cheson rezemat pe nervuri rigide sau elastice. Se trec, de asemenea, în revistă şi principalele rezultate teoretice obţinute la studiul plăcilor cu dublă curbură, folosind diferenţele finite.

Lucrarea cuprinde 17 exemple de calcul, fiecare reprezentînd o completare a studiilor teoretice şi prin modul organizat de conducere a calculelor, îndreptare utile pentru proiectare. Bibliografia extrem de bogată şi ţinută la zi cu cele mai noi lucrări dă posibilitate celui care studiază un anumit aspect al calculului plăcilor curbe subţiri să treacă în revistă tot ce a apărut mai semnificativ în literatura de specialitate. Din simpla examinare a trimiterilor bibliografice rezultă importanta contribuţie a autorului la dezvoltarea teoriei plăcilor curbe subţiri şi a folosirii metodei diferenţelor finite la rezolvarea problemelor concrete născute din cerinţele proiectării. Expunerea este deosebit de clară şi concisă şi poate fi folosită cu mult succes în institutele de proiectare.

Ing. **Victor Gioncu**

Dr. ing. L. Fischer

THEORIE UND PRAXIS DER SCHALENKONSTRUKTIONEN

Teoria şi practica învelişurilor subţiri
Berlin-München, Ed. Wilhelm Ernst Sohn
1967

Dezvoltarea în ultimele decenii a structurilor în a căror componenţă intră învelitorile subţiri a făcut progrese imense, ducînd la forme arhitecturale extrem de variate şi interesante.

Teoria acestui gen de structuri, în literatura de specialitate, este complicată şi de aceea mai greu accesibilă inginerilor din proiectare.

Pentru a permite extinderea proiectării şi realizării învelitorilor subţiri, autorul îşi propune şi reuşeşte pe deplin să pună la îndemîna celor interesaţi o lucrare prin care să înlăture la maximum posibil dificultăţile matematice specifice acestui gen de structuri şi să permită abordarea problemelor prin metode uzuale ale staticii construcţiilor şi metode matematice simple.

Pentru a uşura cît mai mult înţelegerea procedeelor utilizate, sînt date un număr apreciabil de exemple numerice, în multe dintre ele mergîndu-se pînă la detalii de realizare.

Primele nouă capitole tratează în teoria de membrană majoritatea tipurilor de învelitori subţiri întîlnite în practică (suprafeţe de translaţie, paraboloidul hiperbolic, învelitori cilindrice, suprafeţe de revoluţie, conoizi etc.).

Restul de cinci capitole se ocupă de teoria încovoierii pentru tipurile de învelitori menţionate mai sus.

Un capitol special este rezervat deformaţiilor acestui gen de structuri.

Unele probleme speciale, ca : precomprimarea învelitorilor, stabilitatea, comportarea în stadiul de rupere etc., nu au fost tratate, pentru a nu se da lucrării un volum exagerat.

Modul clar şi concis în care sînt tratate problemele, ilustrarea prin numeroase exemple numerice, duse pînă la detalii constructive, dau o valoare incontestabilă lucrării, permiţînd rezolvarea tuturor problemelor ce apar în practica proiectării învelitorilor.

Ing. **M. Creţu**

Curt Siegel

FORME STRUCTURALE ALE ARHITECTURII MODERNE

Bucureşti, Ed. tehnică, 1968
Traducere după **Strukturformen der modernen Architektur**
ed. II, München, 1960

Este îmbucurător că Editura tehnică a iniţiat traducerea în limba română a cunoscutei lucrări a prof. Curt Siegel de la Şcoala superioară tehnică din Stuttgart, tratat care se situează la limita între domeniile arhitecturii şi statisticii, reprezentînd în acelaşi timp un curs de statistică pentru arhitecţi şi un curs de arhitectura formelor structurale pentru ingineri. Este ştiut că asemenea probleme ,,de graniţă'' între două specialităţi sînt deosebit de dificil de tratat în mod unitar şi echilibrat şi de aceea puţini autori s-au încumetat să le abordeze, iar dintre aceştia şi mai puţini au reuşit. Cu atît mai mult trebuie salutată încercarea — dintre cele mai reuşite — dusă la capăt de prof. Siegel împreună cu colaboratorii săi.

curt
siegel
forme
structurale
ale
arhitecturii
moderne

În prima parte a lucrării se vorbeşte despre construcţiile cu schelet, atît cele etajate specifice clădirilor civile, cît şi cele de tipul halelor industriale cu un singur nivel. O dezvoltare deosebită se dă structurilor cu stîlpi în formă de V, cu diferitele lor utilizări la clădiri, tribune, poduri etc. Se resimte în această parte lipsa unei tratări mai dezvoltate a problemelor structurilor cu diafragme, a căror folosire la clădiri multietajate s-a generalizat în ultimul timp şi care generează şi forme arhitecturale specifice. De asemenea, discutarea construcţiilor de tip hală reflectă în prea mică măsură sprecificul prefabricării, care duce la forme şi scheme statice diferite de cele ale cadrelor static nedeterminate luate ca bază de autor.

În schimb, este excelentă expunerea privitoare la alcătuirea faţadelor clădirilor etajate, unde problemele de arhitectură şi cele structurale sînt în mod fericit îmbinate şi teoretizate.

Partea finală a lucrării priveşte structurile portante spaţiale, respectiv plăcile subţiri curbe şi prismatice, sistemele spaţiale cu zăbrele şi diferitele categorii de acoperişuri suspendate. Varietatea şi modul sistematizat de prezentare a acestor sisteme constructive dau capitolului de structuri spaţiale o valoare remarcabilă, atît sub aspectul utilităţii didactice, cît şi ca bogăţie a materialului documentar folosit. Dacă unele explicaţii referitoare la modul de lucru al plăcilor subţiri ar putea fi considerate puţin prea rudimentare, figurile ilustrative, foarte sugestive, compensează în bună măsură această lacună.

De o concepţie şi calitate excepţională sînt desenele, în general schiţe de mînă, alese şi compuse cu grijă, care dau lucrării o notă deosebit de agreabilă.

Împreună cu ,,Betonul în arhitectură'' de arh. A. Moisescu şi ing. E. Săftoiu, publicată acum cîţiva ani, traducerea cărţii lui Siegel se înscrie într-un gen de literatură din care am dori să se publice mai mult. Considerăm, de asemenea, de datoria forurilor noastre de specialitate să pună la dispoziţia prof. Siegel, pentru o eventuală ulterioară ediţie a lucrării d-sale, şi o serie de exemple valoroase de realizări din România, care ar putea figura cu cinste alături de alte ţări citate de autor.

Ing. **Radu Agent**

DOCUMENTARE

METODĂ ORIGINALĂ DE CONSTRUCȚIE A UNUI POD ÎN ITALIA

Construcția podului de la Semorile, de pe autostrada Genova — Roma, a pus probleme deosebit de grele. Podul traversa o vale adîncă, făcînd legătura între două tuneluri. Accesul în vale era foarte anevoios, iar lucrările de construcție a podului nu puteau începe decît din tunelul situat pe malul estic al văii.

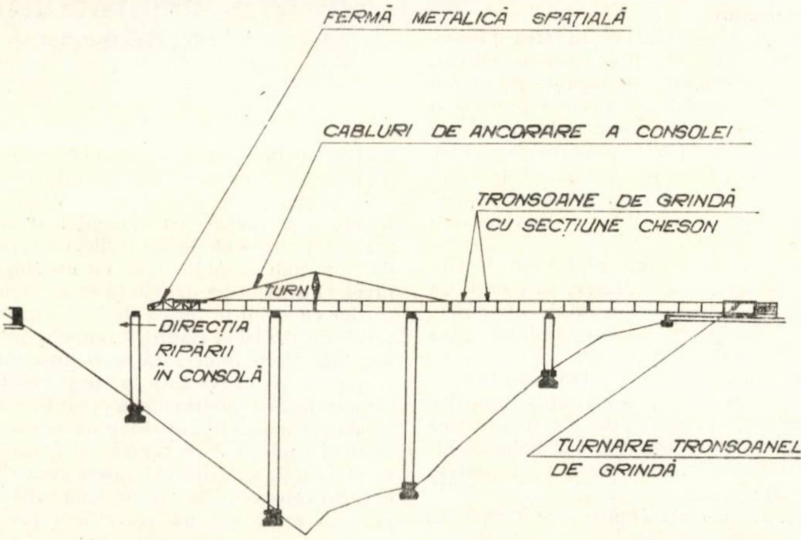

FERMĂ METALICĂ SPAȚIALĂ
CABLURI DE ANCORARE A CONSOLEI
TRONSOANE DE GRINDĂ CU SECȚIUNE CHESON
TURN
DIRECȚIA RIPĂRII ÎN CONSOLĂ
TURNARE TRONSOANELOR DE GRINDĂ

Fig. 1 — Schema lansării suprastructurii prin ripare în consolă

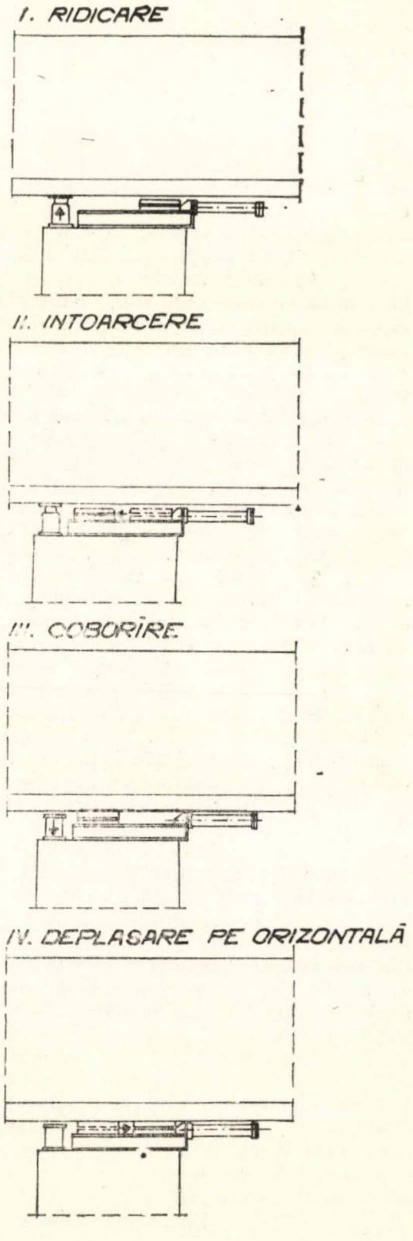
Soluția adoptată pentru podul de la Semorile, cu lungimea de 229 m, a fost de a se turna fiecare din cele două elemente ale tablierului sub formă de grindă continuă monolită în tronsoane cu lungimea de cca 8,4 m, utilizînd un tipar metalic așezat pe malul estic al văii și de a lansa apoi prin ripare în consolă grinzile peste vale, pe măsura turnării fiecărui tronson.

Imediat după lansarea primei grinzi au început lucrările la tunelul de pe malul vestic al văii.

Podul reazemă pe patru perechi de stîlpi așezați la distanțe de 49 m între ei, cu înălțimi de 23 — 75 m și cu secțiunea pătrată cu latura de 2,90 m. Stîlpii au fost turnați în cofraje glisante și posttensionați după procedeul Dywidag. Legătura între stîlpii fiecărei perechi s-a făcut prin elemente orizontale, numai la partea superioară.

Fiecare din cele două grinzi ale tablierului are secțiune trapezoidală cu gol. Părțile laterale înclinate și fundul grinzilor formează un element cutat. Prin aceasta se simplifică turnarea și se reduce greutatea elementului de lansat. Plăcile superioare care închid secțiunea grinzilor au fost prefabricate separat și montate după aducerea grinzilor în poziția definitivă. Totuși, unele plăci au fost montate înainte de lansarea grinzilor, pentru a reduce deformațiile din torsiune. La șase tronsoane s-au turnat diafragme transversale, care după riparea grinzilor s-au găsit în dreptul stîlpilor.

Fig. 2 — Detalierea fazelor ridicării și deplasării orizontale a grinzilor în timpul ripării



UTILIZAREA CONCASOARELOR CU IMPACT ÎN INSTALAȚIILE DE MĂRUNȚIRE ȘI USCARE A MATERIILOR PRIME PENTRU FABRICAREA CIMENTULUI

Concasoarele cu impact au fost utilizate, în multe instalații de preparare a materiilor prime pentru fabricarea cimentului, ca agregate de uscare și mărunțire preliminară, înaintea morilor uscătoare, ceea ce a permis realizarea unor creșteri importante (pînă la 50%) ale capacităților unor mori existente, respectiv, în cazul fabricilor noi, instalarea unor mori mai mici decît cele care ar fi fost necesare dacă nu s-ar fi adoptat această soluție tehnologică. Concasoarele cu impact pot prelucra fără dificultăți materialele plastice și cele cu umiditați mari (peste 20%). Un tip constructiv special are un grad de reducere mare, de la 250 la 3 — 4 mm. În multe cazuri se folosesc ca agent de uscare gazele de evacuare ale cuptoarelor de clincher cu procedeu de fabricație uscat, echipate cu schimbătoare de căldură în suspensie.

Se dau următoarele valori ale principalilor parametri tehnologici ai unei astfel de instalații :

1. Agentul de uscare disponibil
   — Gaze de evacuare de la cuptor
   — Temperatura gazelor 330°C
   — Debitul 150 000 Nm³/h
2. Materiile prime
   — Marnă calcaroasă cu adaos de 5 — 10 % nisip umed
   — Granulația marnei 0—80/100 mm
   — Umiditatea inițială a materiilor prime 7 — 9 %
3. Debitul necesar al instalației min. 150 t/h
4. Caracteristici termotehnice ale instalației
   — Debit de gaze prin concasorul cu impact 80 000 Nm³/h
   — Debit de gaze prin moară 70 000 Nm³/h
   — Temperatura finală a gazelor, atît la concasor, cît și la moară 80 —100°C
   — Umiditatea materialului la ieșirea din concasor 2,5—3%
5. Consumuri specifice (raportate la producția de făină)
   — Consum specific total de energie, inclusiv cel pentru vehicularea gazelor 9,58 kWh/t din care pentru instalația de concasare 1,83 kWh/t
   — Consum specific de căldură 114 kcal/kg

Din *Aufbereitungstechhnik*, nr. 10, 1968

O FABRICĂ MODERNĂ DE TENCUIALĂ USCATĂ DE IPSOS

Se prezintă o fabrică de tencuială uscată de ipsos cu o capacitate de 15 mil. m²/an, construită în R.F.G. în 1966.

I. Prepararea materiei prime

Zăcămîntul de ghips utilizat are un conţinut de $CaSO_4 1/_2 H_2O$ de 92% şi o grosime de circa 11 m.

Exploatarea se face la zi. Staţia de concasare este dotată cu un concasor cu impact de tip Hezemag AP 4 cu o capacitate de 80 t/h.

Alimentarea concasorului se face cu o bandă metalică.

Ghipsul concasat este trecut în continuare pe un ciur de tip Wedag, de unde fracţiunea mai mare de 25 mm trece din nou prin concasor, iar fracţiunea mai mică de 25 mm este transportată în hala de ghips concasat, cu o capacitate de 5 000 t, care asigură o rezervă pentru circa 9 zile.

În lungul halei de ghips, la partea inferioară, este prevăzută o pîlnie de golire de unde materialul este evacuat cu ajutorul unui plug pe o bandă transportoare. Această instalaţie permite o omogenizare a materiei prime, ceea ce influenţează favorabil calitatea produsului finit.

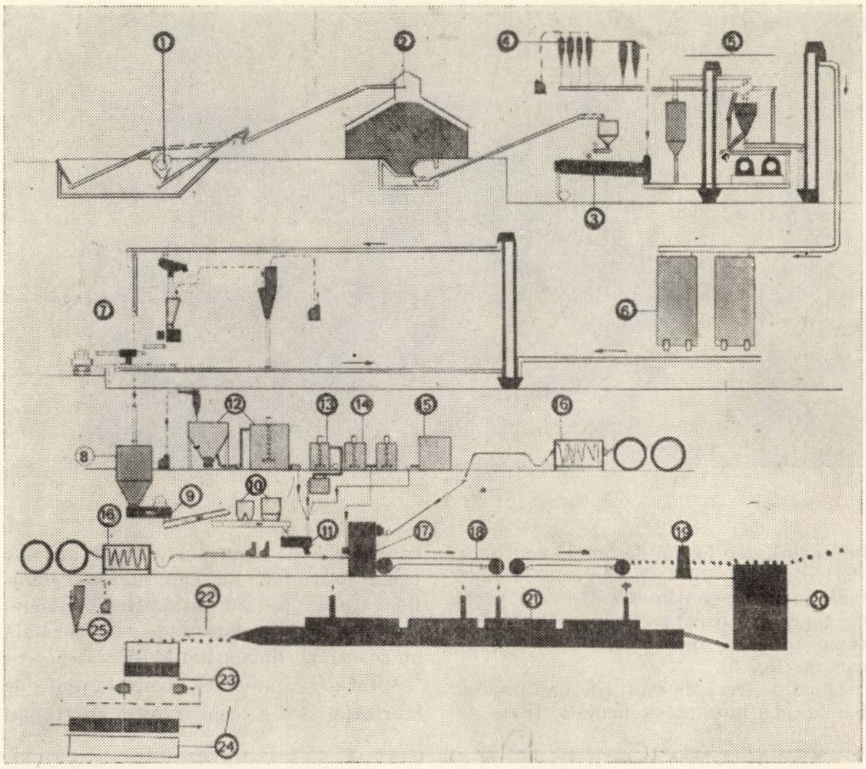


Fig. 1

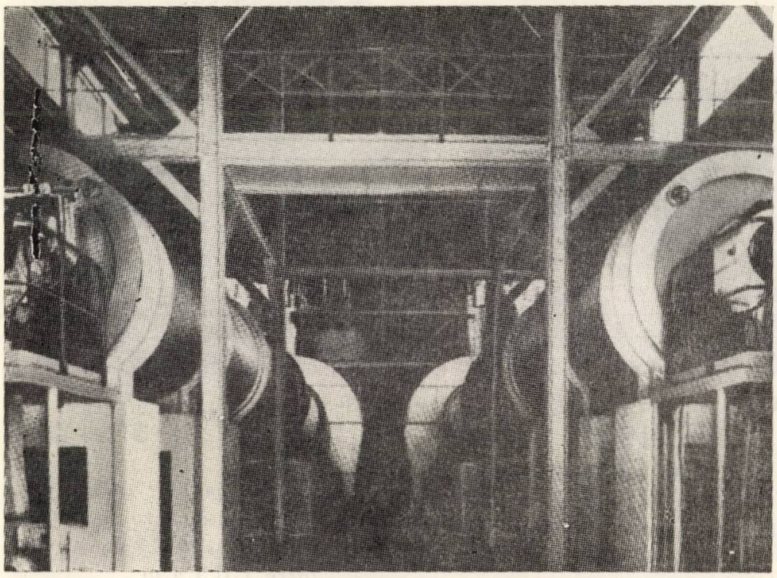


Fig. 2

II. Fabricarea ipsosului

Agregatele cheie ale secţiei de fabricaţie a ipsosului sînt cele două cuptoare rotative echicurent cu o capacitate de 240 t/zi şi cuptor (fig. 2). Alimentarea cuptoarelor se face cu ajutorul unor benzi gravimetrice.

Combustia în cuptoarele rotative se reglează automat.

Temperatura de admisie a gazelor de ardere în cuptor este de 750 — 800°, iar cea de evacuare de 160—170°.

Cuptoarele rotative de ipsos sînt prevăzute cu construcţii metalice interioare speciale, care distribuie materialul uniform în secţiunea cuptorului şi ameliorează schimbul de căldură.

Desprăfuirea gazelor de ardere se face în două trepte, şi anume: într-o baterie de două cicloane uscate şi una de patru cicloane umede.

Ghipsul deshidratat trece apoi în instalaţia de măcinare, care lucrează în circuit închis cu un separator pneumatic. Ipsosul obţinut este transportat la silozurile tampon sau la instalaţia de însăcuire.

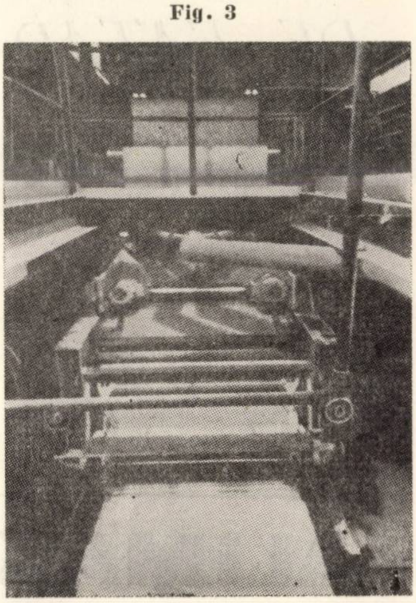
III. Secţia de fabricare a plăcilor de tencuială uscată

Din silozuri, ipsosul este dozat cu ajutorul unei benzi gravimetrice şi trecut într-un şnec de amestecare unde se introduc şi ceilalţi aditivi.

Timpul de priză a ipsosului, care se reglează prin aditivi, are o importanţă deosebită în fabricarea plăcilor de tencuială uscată.

După amestecarea uscată din şnec, materialul este trecut într-un amestecător umed, unde, împreună cu apa, se formează şlicherul de ipsos. Acesta este dirijat prin trei guri pe o foaie de carton cu marginile ridicate care formează faţa

Fig. 3



ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

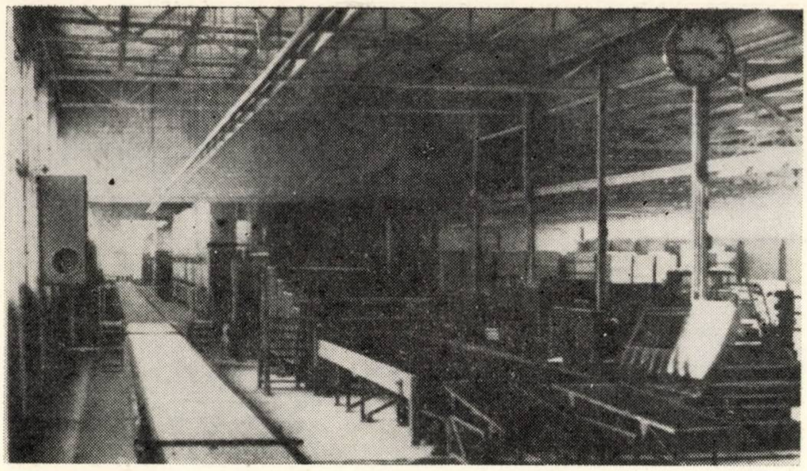


Fig. 4

inferioară, sub formă de bandă continuă. Partea superioară este acoperită de altă foaie de carton continuă, astfel că o placă de tencuială uscată este alcătuită dintr-un miez de ipsos între două foi de carton (fig. 3).

După ce trece de valţurile de formare, banda continuă de tencuială trece pe conveierul de transport, unde are loc priza ipsosului. La capătul conveierului este amplasată instalaţia de tăiere, care taie foaia continuă de tencuială în plăci, la dimensiunile necesare.

Viteza şi lungimea conveierului de fabricaţie sînt în concordanţă cu timpul de priză şi grosimea plăcilor, pe de o parte, şi cu capacitatea uscătoriei, care urmează în flux, pe de altă parte.

Conveierul descris mai sus are o lungime de 225 m între valţurile de formare şi instalaţia de tăiere şi o viteză de 32 m/min pentru o grosime a plăcilor de 9,5 mm. Precizia de tăiere a plăcilor se realizează prin comandă electronică. Prin intermediul unui transportor amplasat la 90°, plăcile sînt duse la uscătorul etajat, unde se usucă. Uscătorul utilizat, un uscător mixt de convecţie şi radiaţie, este împărţit în patru zone. Încălzirea se face cu abur şi cu un sistem nou de abur-condens în circuit închis.

Temperatura şi umiditatea aerului sînt diferenţiate pe zone.

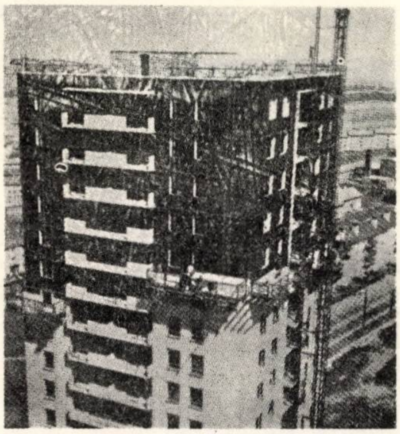
În figura 4 este prezentată o vedere de ansamblu a conveierului şi a uscătorului.

După ce părăsesc uscătorul, plăcile sînt aşezate cîte două pentru protejarea suprafeţelor, sînt paletate şi depozitate în depozitul de produse finite.

Din *Zement–Kalk–Gips*, nr. 8, 1969

Capacitate de lucru neîntreruptă, uşor adaptabile

SCHELE DE FAŢADA



Schelă suspendată tip HSW

pentru lucrări de curăţire, întreţinere şi reparaţie la clădiri de locuit, silozuri, coşuri de fum industriale etc

Securitatea muncii asigurată şi la înălţime — pînă la 80 m.

ATENŢIUNE! Înălţimea de ridicare poate fi sensibil mărită prin adoptarea troliilor tip BS 2000 montate pe platforma de lucru; nici un fel de tambur de cablu — trollul se „caţără" pe cablu!

Schelă căţărătoare tip KS 4—8

montată pe şasiu mobil; sistem de acţionare cu bare dinţate; subansamble-lungimi între 4 şi 8 m, lăţimi între 1 şi 1,5 m

Capacitate portantă — 600 kg
Înălţimea de ridicare, cu folosirea elementelor de rezemare fixate în perete — pînă la 100 m
Viteza — 5 m/min

Schelele suspendate Alimak - totdeauna în frunte

Publicom

ALIMAK S — 931 03 SKELLEFTEA 3 SUEDIA TELEFON 0910/14230 TELEX 6883

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

PANOURILE
MARI

materialul de construcţie al viitorului

Furnizăm:

Linii tehnologice de fabricaţie şi instalaţii complete pentru producţia de elemente prefabricate din beton pentru toate clasele de încărcări.

Noul tip de agregat pentru fabricaţie în flux continuu permite o creştere considerabilă a producţiei anuale.

Scurtarea termenelor de execuţie — reducerea cheltuielilor — creşterea productivităţii muncii

Fabrica de panouri mari **baukema** — cea mai economică metodă pentru executarea construcţiilor civile şi industriale

PROIECTARE ● FURNIZARE ● MONTARE ● ÎNTREŢINERE

Pentru obţinerea de prospecte detaliate adresaţi-vă la:

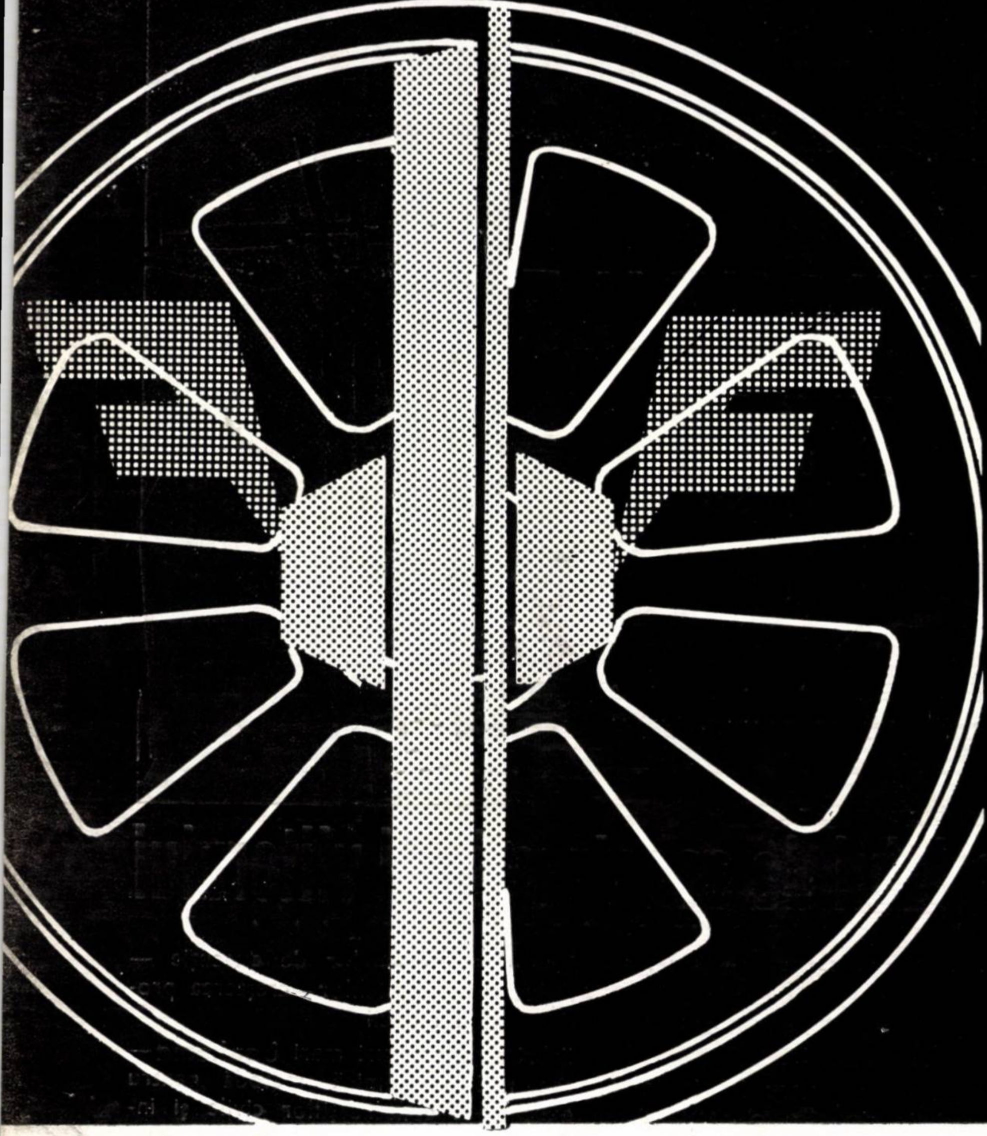
VVB Bau-, Baustoff- und Keramikmaschinen
701 Leipzig, Katharinenstrasse 17 • Republica Democrată Germană

Exportator:

MASCHINEN•EXPORT
Întreprindere de stat pentru comerţul exterior din Republica Democrată Germană
108 Berlin, Mohrenstrasse 61
REPUBLICA DEMOCRATĂ GERMANĂ

Publicom

IPCF



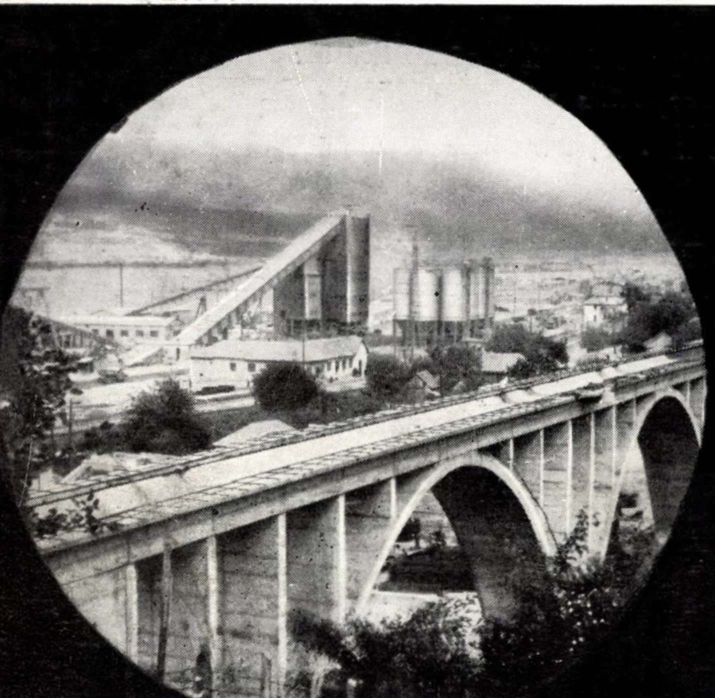
Întocmeşte proiecte de poduri sau viaducte pentru linii ferate avind ecartament normal sau ingust, la nivelul tehnicii mondiale, folosind procedee de construcţii din cele mai actuale (beton precomprimat, tabliere metalice sudate, imbinări cu buloane de inaltă rezistenţă etc.). Institutul are o bogată experienţă in proiectarea acestor lucrări, realizările sale cuprinzind proiecte de poduri şi viaducte, atit pe liniile ferate noi, cit şi la reconstrucţia liniilor ferate existente.

S-au realizat poduri boltite cu deschideri pină la 100 m, poduri metalice din grinzi cu zăbrele, avind deschideri pină la 80 m, poduri metalice din grinzi cu inimă plină, avind deschideri pină la 50 m, precum şi importante lucrări de consolidări ale podurilor existente prin metode de inaltă tehnicitate.

Documentaţia tehnică, ce se intocmeşte pentru executarea unor astfel de lucrări, se bazează pe studii tehnico-economice aprofundate pentru alegerea soluţiei, precum şi pe studii de teren corespunzătoare: geotehnice, hidrologice şi topografice.

Proiectele cuprind : infrastructura şi suprastructura podului sau viaductului, lucrările de corecţii etc.

INSTITUTUL DE PROIECTĂRI CĂI FERATE



BUCUREŞTI

B-dul DINICU GOLESCU 38

(PALATUL C.F.R.)

TEL. 18.48.44 şi 18.26.10

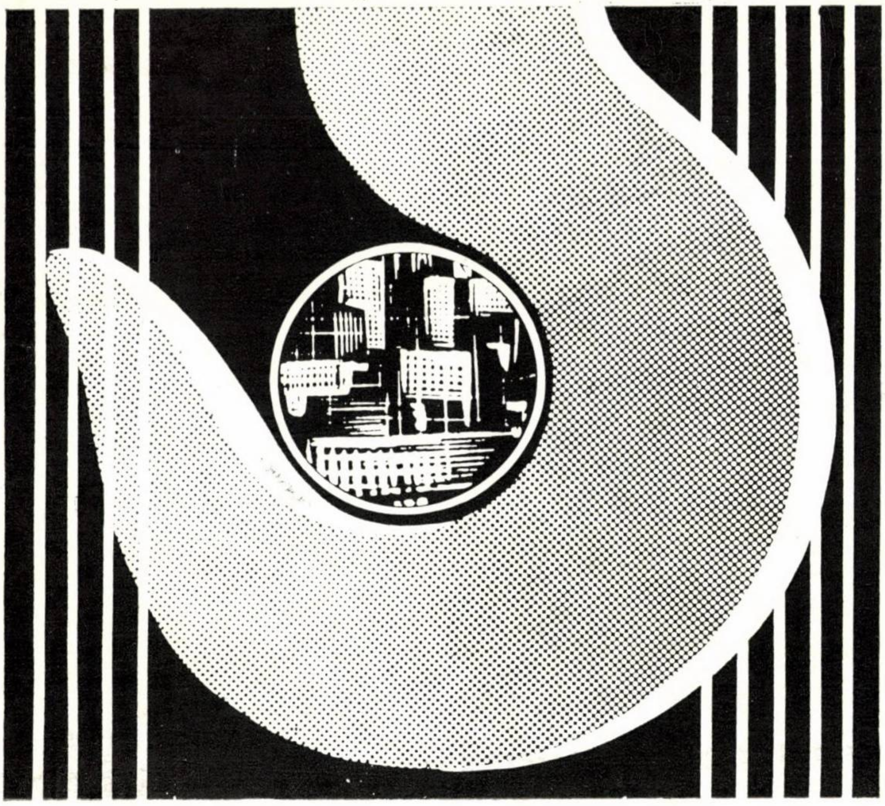
ÎNTOCMEŞTE

Scheme
de amenajare complexă
a resurselor de apă

PROIECTEAZĂ

Baraje
Structuri hidrotehnice
Regularizări de rîuri
Alimentări cu apă
Canalizări

COMITETUL DE STAT AL APELOR
I.P.A.C.H. – Institutul pentru planuri de amenajări
şi construcţii hidrotehnice
Str. Dr. Rîureanu nr. 3 • Telefon 14.36.30 • Bucureşti



PENTRU OPERAŢIUNILE DE ÎNCĂRCARE-DESCĂRCARE AFERENTE LUCRĂRILOR DE CONSTRUCŢII-MONTAJ

întreprinderea

MACHINOEXPORT

oferă:

MACARAUA PE ŞENILE, ROTATIVĂ

MODEL E-2508

DE 60 TF CAPACITATE

Motorul Diesel al macaralei combinat cu reductorul bilateral asigură o mare varietate de viteze de ridicare şi coborîre a sarcinii, de rotire a platformei şi a deplasării macaralei.

Vitezele mici aferente punerii în poziţie permit realizarea cu precizie a lucrărilor de montaj.

Lungimea nominală a braţului este 15,00 m şi-cu ajutorul unor tronsoane demontabile-poate fi mărită pînă la 40,00 m. În această situaţie înălţimea de ridicare a sarcinii este 34,80 m.

Macaraua E-2508 are o bună manevrabilitate, este uşor de condus, prezintă siguranţă în exploatare în orice condiţii climaterice.

Caracteristici tehnice

Lungimea normală a braţului	**m**	**15**
Numărul de rotaţii ale platformei rotative pe min.		
viteza I		**4,1**
viteza II		**0,38**
Viteza de ridicare a sarcinii	**m/min.**	
viteza I		**12,65**
viteza II		**1,19**
Viteza de deplasare	**km/h**	**1,79**
Puterea motorului	**c.p.**	**275**
Greutatea	**tf**	**80,4**
Presiunea specifică pe teren	**kg/cm^2**	**1,17**

ADRESA EXPORTATORULUI

U.R.S.S. MOSCOVA B-330
ÎNTREPRINDEREA
„MACHINOEXPORT"
Telex: 207

Publicom

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

[illegible]

1970 JAN 2 2

10 1969

R

ORGAN AL MINISTERULUI
CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

INGINERI CONSTRUCTORI

din institutele de cercetare și proiectare,
de pe șantierele de construcții!

V-ați reînnoit abonamentul la

**REVISTA CONSTRUCȚIILOR
ȘI A MATERIALELOR
DE CONSTRUCȚII**

pentru a vă asigura toate numerele revistei
în cursul anului 1970?

„Revista construcțiilor și a materialelor de construcții" vă informează asupra rezultatelor celor mai noi cercetări în acest domeniu, vă ține la curent cu experiența înaintată a marilor șantiere de pe întreg cuprinsul țării noastre.

Prețul unui abonament anual individual este de 60 lei, iar al unui abonament de instituție de 170 lei.

Abonamentele se fac numai la administrația revistei, București, str. Episcopiei 9, Sector 1, sau prin mandat poștal adresat administrației, căsuța poștală 2951, Oficiul poștal 22, cont virament 64.03.01.39 BNR. — DECBS.

E 1688

REVISTA CONSTRUCŢIILOR ŞI A MATERIALELOR DE CONSTRUCŢII

ORGAN AL MINISTERULUI CONSTRUCŢIILOR
INDUSTRIALE

10

1969

VOLUMUL 21, Nr. 10

OCTOMBRIE 1969

S U M A R

D. NELEPCU
Aspecte ale calculului cadrelor precomprimate de la hala experimentală INCERC-Bucureşti, ţinînd seama de deformaţiile reologice . 505

A. SCARLAT, M. TANNENBAUM
Structura halei experimentale INCERC . . . 510

D. MATEESCU, I. CARABA
Asupra unor factori care determină scoaterea pretimpurie din exploatare a grinzilor căilor de rulare 515

D. TEODORESCU
Valori proprii şi vectori proprii la matrici simetrice de ordinul trei. Aplicaţii la determinarea formelor proprii de vibraţie . . 524

V. FOCŞA, I. GAVRILAŞ, IRINA GUŢU
Acţiunea termică a radiaţiei solare asupra clădirilor 528

AL. CHRISTEA
Calculul conductelor de distribuţie uniformă pentru instalaţiile de ventilare şi de condiţionare a aerului prin metoda recuperării presiunii statice 534

N. LEONĂCHESCU
Particularităţi ale proiectării instalaţiilor termice aferente construcţiilor amplasate la mare altitudine 539

I. TERTEA, MARIETA BEURAN
Betonul uşor de granulit, simplu şi armat, solicitat la compresiune centrică 543

CRONICA
RECENZII
DOCUMENTARE

43 305

Revista Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii, organ al Ministerului Construcţiilor Industriale — Redacţia, administraţia şi casieria: Bucureşti, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon: 16.49.14. Abonamentele se primesc numai la sediul redacţiei. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.39 Direcţia Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacţia publicaţiilor „Revista Construcţiilor şi Materialelor de Construcţii" şi „Arhitectura"

Preţul unui exemplar lei 8

Taxele poştale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul: Întreprinderea Poligrafică „Informaţia" — Bucureşti, c. 3776

Aspecte ale calculului cadrelor precomprimate de la hala experimentală INCERC — București, ținînd seama de deformațiile reologice

Ing. D. Nelepcu

Pentru noua hală de exeperimentări de la INCERC — București a fost proiectată și executată o structură avînd ca principale elemente de rezistență 11 cadre de beton precomprimat de 24 m deschidere și 14,7 m înălțime, dispuse la interax de 12 m. Cadrele au fost realizate din elemente preturnate mari, asamblate la cotă prin precomprimare. Construcția, proiectată în întregime la I.P.C.T.-București, este prezentată într-un articol separat, în care sînt tratate problemele de ansamblu, precum și condițiile care au dus la adoptarea acestei soluții constructive.

Ținînd seamă de faptul că structura transversală reprezintă primul cadru precomprimat în exploatare la o construcție industrială din țara noastră, s-a considerat interesant să se prezinte în acest articol unele aspecte legate de calculul de rezistență al cadrului, cu atît mai mult cu cît realizarea lui din elemente preturnate asamblate prin precomprimare a ridicat unele probleme de interes sporit.

În figura 1 este reprezentat cadrul cu traseele fasciculelor de precomprimare. În grindă sînt dispuse trei fascicule (G 1, G 2, G 3) a cîte 36 Ø 5, continue de la un capăt la altul, și cîte trei fascicule-călăreț la fiecare nod, dintre care două fascicule (G 4) a 24 Ø 5 și unul (G 5) de 18 Ø 5. Fiecare stîlp este precomprimat cu două fascicule paralele (S) a 48 Ø 5, care trec prin rostul dintre grindă și stîlp și se opresc sub consola care susține grinda de rulare, avînd rolul de a asambla cadrul și de a precomprima partea superioară, cea mai solicitată, a stîlpului.

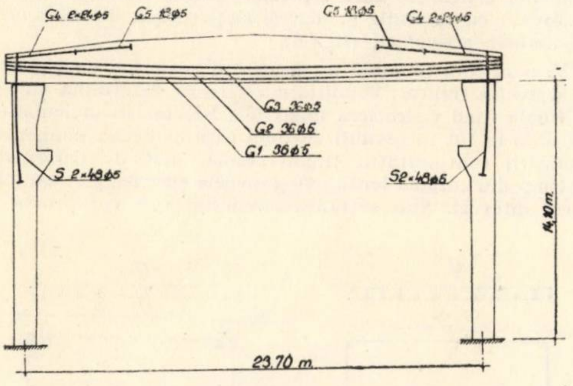


Fig. 1 — Schema precomprimării cadrului

Trebuie menționat de la început că, din motive de ordin constructiv legate în special de sistemul de asamblare la cotă, în stîlp nu s-au putut introduce decît două fascicule, limitîndu-se astfel capacitatea portantă a nodului și a părții superioare a stîlpului, mai ales în rostul dintre grindă și stîlp, care a reprezentat unul dintre punctele cele mai dificile ale cadrului. Această situație a dus la o oarecare încordare în calcule, mărirea dimensiunilor stîlpului atrăgînd momente sporite de rost, care nu puteau fi preluate cu cablajul existent. Din această cauză a fost necesar ca stîlpii să aibă o secțiune suficient de mare la rost, avînd în același timp o rigiditate redusă în raport cu rigla. Problema a fost rezolvată făcînd stîlpul foarte zvelt și cu vută la partea superioară și dînd riglei o rigiditate suficient de mare pentru ca momentele la nod să rămînă în limitele dorite.

Suita fazelor de execuție, importantă atît pentru verificările de rezistență în fiecare fază, cît și în ceea ce privește starea de eforturi ce se obține în final, a fost prevăzută în felul următor. Se execută la sol stîlpii și grinda ca elemente preturnate, după care stîlpii sînt montați în fundațiile-pahar și monolitizați. Se tensionează la sol o parte din fasciculele din grindă (fasciculele G 1, G 2, G 4 și G 5), după care aceasta este montată pe capetele stîlpilor. Se matează cele două rosturi, se introduc și se precomprimă fasciculele din stîlpi (S), realizîndu-se astfel continuitatea cadrului, după care. se montează prefabricatele de acoperiș și se execută izolațiilea ultimul fascicul din grindă (G 3) tensionîndu-se ulteriore

Tensionarea în două etape a fasciculelor din grindă s-a impus pentru a satisface condițiile de rezistență în prime , etape de execuție și pentru a obține în final o stare de eforturi cît mai avantajoasă.

În cele ce urmează se va urmări modul de lucru și eforturile ce se dezvoltă în structură în fiecare etapă de execuție, așa cum s-a procedat la proiectarea cadrului.

Etapa A. Se precomprimă grinda la sol cu fasciculele G 1, G 2, G 4, G 5. În acest moment, grinda se ridică de pe cofraj, rămînînd rezemată doar la capete, concomitent intrînd în lucru greutatea ei proprie *g*, cu diagrama de moment corespunzătoare (fig. 2).

Etapa B. Grinda este montată pe praguri înguste special amenajate la partea superioară a stîlpilor, fiind permisă rotirea liberă a capetelor ei în raport cu stîlpii (fig. 3 *a*).

În această etapă, schema statică a structurii este cea din figura 3 *b*, din punctul de vedere al momentului încovoietor situația fiind identică cu cea din etapa A. Se convine să se denumească de acum înainte structura așa cum se prezintă în această etapă ,,structură inițială'', valabilă pentru etapele A și B.

Etapa C. În această etapă se consideră structura în momentul în care s-au tensionat simultan cele patru fascicule (S) din stîlpi, după ce au fost matate rosturile (fig. 4 *a*). Odată cu tensionarea fasciculelor S, articulația de la colțul cadrului devine nod rigid, schema statică schimbîndu-se în consecință (fig. 4 *b*). Se convine să se denumească această structură ,,structura finală'', valabilă pentru etapa C și toate etapele următoare.

Transformarea articulațiilor în noduri rigide nu influențează în nici un fel — în primul moment — eforturile date de greutatea grinzii *g*, diagrama momentelor încovoietoare fiind cea din figura 4 *b*, și nici eforturile date de fasciculele G 1, G 2, G 4, G 5, tensionate pe structura inițială. Fasciculele S, tensionate pe structura finală, static nedeterminată, produc însă eforturi suplimentare (numite și eforturi parazitare), datorită legăturilor suplimentare, care îm-

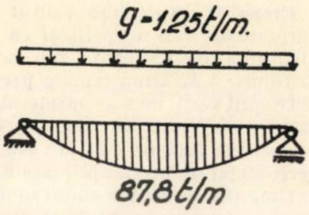
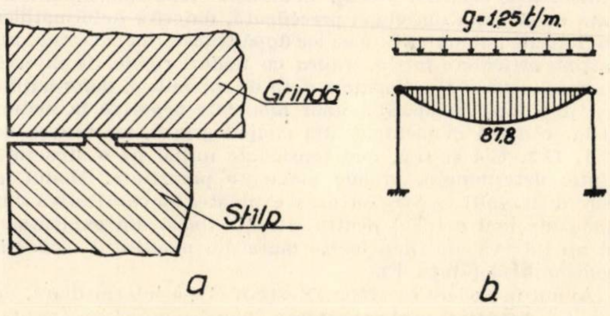


Fig. 2 — Etapa A

Fig. 3 — Etapa B



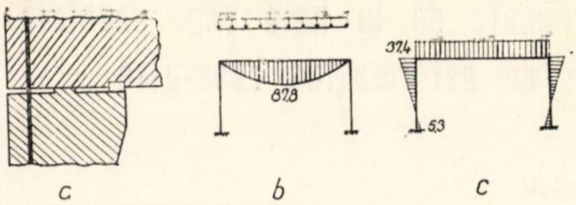


Fig. 4 *a* – **Realizarea nodului rigid;** *b* – **momente din greutatea proprie a grinzii;** *c* – **momente parazitare din fasciculele S**

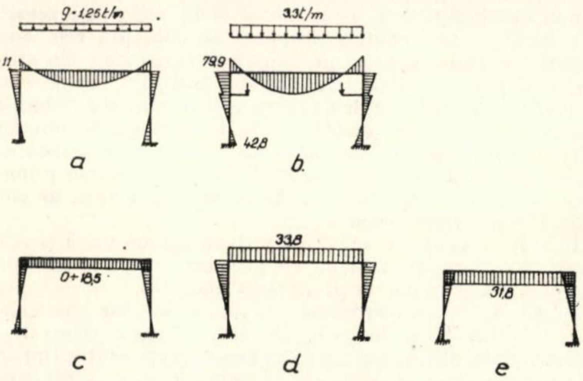


Fig. 5 *a* – **Momente din greutatea proprie a grinzii;** *b* – **momente din greutatea acoperișului;** *c* – **momente parazitare din fasciculele G 1, G 2, G 4, G 5;** *d* – **momente parazitare din fasciculele S;** *e* – **momente parazitare din fascicula G 3**

piedică cadrul să se deformeze liber sub acţiunea precomprimării. Diagrama acestor momente parazitare, calculată pentru valoarea iniţială a forţei de precomprimare în fasciculele S, este indicată în figura 4 *c*.

În această etapă apar în rostul dintre grindă şi stîlp cele mai mari compresiuni la fibra exterioară şi cele mai mari întinderi la fibra interioară, forţa de precomprimare avînd în acest moment valoarea maximă, iar greutatea grinzii *g* nedînd nici un efect favorabil la nod. După cum se vede din figura 4 *c*, momentele parazitare au însă un efect favorabil, de care s-a ţinut seamă la verificare. Cu toate acestea, în rost apar întinderi importante, din care cauză a fost prevăzută la fibra interioară o legătură metalică sudată (fig. 4 *a*). Concomitent s-a impus ca eforturile de întindere din betonul stîlpului, calculate elastic, să nu depăşească valoarea 2,5 $Rt = 31$ kg/cm^2, dispunîndu-se în acelaşi timp, în această zonă, o armătură de oţel moale calculată în consecinţă.

Etapa D reprezintă cadrul după încărcarea cu sarcinile permanente din acoperiş şi cu greutatea grinzilor de rulare, diagrama de momente din aceste încărcări fiind indicată în figura 5 *b*. Deoarece s-a prevăzut realizarea acestei etape în timpul verii, nu s-a considerat posibilă încărcarea cu zăpadă. Momentele parazitare date de fasciculele S sînt foarte puţin modificate faţă de cele din etapa precedentă, în măsura scăderii forţei de precomprimare datorită pierderilor de tensiune în timp (fig. 5 *d*). S-a admis în mod aproximativ că în această etapă s-au produs în fasciculele S jumătate din pierderile totale de tensiune în timp.

În ceea ce priveşte eforturile din sarcinile aplicate pe structura iniţială (greutatea grinzii *g* şi precomprimarea fasciculelor G 1, G 2, G 4 şi G 5), în această etapă apar modificări faţă de situaţia din etapa precedentă, datorită deformaţiilor în timp ale betonului, care au loc după transformarea structurii iniţiale articulate într-un cadru cu noduri rigide. Se observă în acest sens că, în diagrama dată de sarcinile *g*, deformaţiile în timp duc la apariţia unor momente negative la noduri şi la scăderea momentelor din cîmpul grinzii, iar fasciculele G 1, G 2, G 4 şi G 5, deşi tensionate iniţial pe o structură static determinată, produc momente parazitare. Modul în care se dezvoltă aceste eforturi şi evaluarea lor cantitativă sînt analizate mai detaliat pentru situaţia finală din exploatare, la un interval de timp foarte mare din momentul realizării continuităţii (etapa F).

Avînd în vedere că etapa D este o etapă intermediară, de montaj, în care cadrul are rezerve de rezistenţă şi că, oricum, calculele care evaluează efectele curgerii lente au un caracter aproximativ, s-au apreciat diagramele de moment, din sarcinile aplicate pe structura iniţială, ca fiind intermediare între diagramele din etapa C şi cele finale din exploatare, etapa F (fig. 5 *a* şi *c*).

Etapa E a fost considerată imediat după ce s-a tensionat ultimul fascicul din grindă (G 3). Se presupune că intervalul de timp dintre etapele D şi E este scurt, din care cauză diagramele de moment din etapa D rămîn valabile şi în etapa E, adăugîndu-se o diagramă de eforturi parazitare dată de fasciculul G 3, calculată pentru valoarea iniţială a forţei de precomprimare din acest fascicul (fig. 5 *e*).

Etapa F reprezintă structura în exploatare la un interval de timp foarte lung din momentul aplicării ultimei sarcini permanente. În afară de încărcările permanente mai intervin pe structură sarcinile utile din podurile rulante, precum şi sarcinile climatice şi seismice.

În această etapă s-a pus în primul rînd problema evaluării cît mai corecte a eforturilor produse de încărcările aplicate pe structura iniţială, ţinînd seamă de deformaţiile în timp din curgerea lentă a betonului, care au loc după realizarea structurii finale. S-a considerat interesant să se insiste în cele ce urmează asupra acestor evaluări. Pentru început, fenomenul va fi urmărit numai în ceea ce priveşte greutatea grinzii *g*, pentru încărcările din forţa de precomprimare rezultatele fiind similare.

Calitativ, fenomenul se prezintă în felul următor : sarcinile *g* aplicate pe structura iniţială dau o deformaţie elastică urmată de o deformaţie în timp datorită curgerii lente a betonului, neîmpiedicată pînă în momentul cînd se realizează structura finală cu noduri rigide. De aici înainte grinda tinde să-şi consume restul deformaţiei în timp, dar pentru aceasta trebuie să antreneze în deformaţie şi stîlpii care se opun. În acest mod apar la noduri momente negative, care modifică diagrama iniţială într-o diagramă de forma celei din figura 5 *a*. Calculele pentru evaluarea cantitativă a fenomenului au fost conduse folosind în principiu metoda forţelor, suprimînd în structura finală legăturile introduse prin modificarea structurii iniţiale şi introducînd în locul lor forţe de legătură necunoscute. Se obţine astfel un sistem de bază cu nodurile articulate care reprezintă chiar structura iniţială, încărcată cu sarcinile *g*, dar şi cu perechea de momente *X* în ambele articulaţii (fig. 6).

Necunoscuta *X*, nulă în momentul realizării continuităţii, se dezvoltă treptat, condiţia din care se determină valoarea ei finală fiind ca rotirea relativă a barelor în articulaţie să fie nulă în tot intervalul de timp care urmează momentului realizării continuităţii, ţinînd seamă, atît de deformaţiile în timp din curgere lentă, cît şi de cele elastice care au loc în acest interval. Sub acţiunea sarcinilor *g* se vor produce în

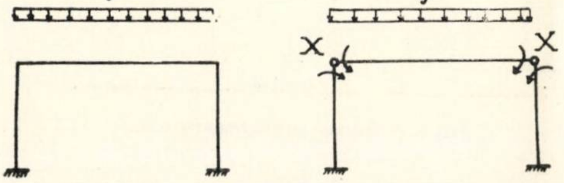
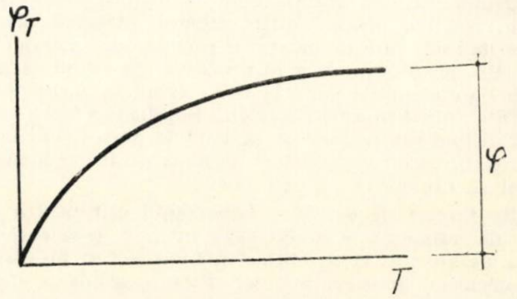


Fig. 6

Fig. 7



această perioadă doar deformaţii în timp, cele elastice fiind consumate într-o etapă anterioară, pe cînd sub acţiunea necunoscutei X se vor produce atît deformaţii elastice, cît şi deformaţii în timp. S-a considerat că evoluţia în timp a fenomenului de curgere lentă urmează o curbă de tipul celei din figura 7, curent intrată în uz, unde φ_T reprezintă caracteristica curgerii lente la momentul T, iar φ valoarea acestei caracteristici atunci cînd $T \to \infty$ cu expresia

$$\varphi_T = \varphi\,(1 - e^{-T})$$

În cazul de faţă, sarcinile g şi necunoscuta X se aplică la momente diferite, din care cauză vor exista pentru aceste încărcări două curbe diferite φ_{I_T} şi φ_{II_T} indicate în figura 8 *a*, unde s-a notat:

T_{I} momentul aplicării sarcinilor g;

φ_{I} caracteristica curgerii lente finale pentru sarcinile g aplicate la timpul T_{I};

φ_{I_T} mărimea caracteristicii φ_{I} la un moment oarecare T;

T_{II} momentul cînd începe să se dezvolte necunoscuta X, deci momentul realizării continuităţii;

φ_{II} caracteristica curgerii lente finale pentru necunoscuta X aplicată la timpul T_{II};

φ_{II_T} mărimea caracteristicii φ_{II} la un moment oarecare T.

Ţinînd seamă de notaţiile făcute, cele două curbe au expresiile:

$\varphi_{\mathrm{I}_T} = \varphi_{\mathrm{I}}\,(1 - e^{-T})$ este valabilă pentru sarcinile g de la timpul T_{I} înainte;

$\varphi_{\mathrm{II}_T} = \varphi_{\mathrm{II}}\,[1 - e^{-(T - T_{\mathrm{II}})}]$ — valabilă pentru necunoscuta X de la timpul T_{II} înainte.

S-a mai notat în figura 8 *a*:

$$\varphi_{\mathrm{I}} - \varphi_{\mathrm{I}_{T_{\mathrm{II}}}} = K\,\varphi_{\mathrm{I}} \quad \text{unde } K = e^{-T_{\mathrm{II}}}$$

reprezentînd partea din procesul de curgere lentă I care are loc după timpul T_{II}.

Este important de remarcat faptul că, în general, la momentele T_{I} şi T_{II} betonul are rezistenţe diferite, corespunzînd unor grade diferite de întărire. De asemenea, sarcinile g şi necunoscuta X dau în beton solicitări de mărimi diferite. Din această cauză, caracteristicile finale φ_{I} şi φ_{II} nu au aceeaşi valoare ($\varphi_{\mathrm{I}} \neq \varphi_{\mathrm{II}}$). Rezultă că cele două curbe φ_{I_T} şi φ_{II_T} nu reprezintă o aceeaşi curbă decalată în timp, ci două curbe distincte, care tind spre valori finale diferite.

Pentru aflarea necunoscutei X interesează deformaţiile din curgere lentă care au loc după timpul T_{II}. Notînd cu t timpul cu originea la momentul T_{II}, adică $t = T - T_{\mathrm{II}}$ şi măsurînd deformaţiile din acest moment, curbele după care se produc fenomenele de curgere lentă vor arăta ca în figura 8 *b*, cu expresiile:

$$(K\,\varphi_{\mathrm{I}})_t = K\,\varphi_{\mathrm{I}}\,(1 - e^{-t})$$

caracterizînd procesul de curgere lentă sub încărcările g şi

$$\varphi_{\mathrm{II}_t} = \varphi_{\mathrm{II}}\,(1 - e^{-t})$$

caracterizînd procesul de curgere lentă sub încărcarea cu necunoscuta X, obţinute ţinînd seamă de relaţiile precedente. După cum rezultă din expresiile de mai sus, deşi începute la momente diferite, cele două fenomene de curgere lentă au aceeaşi alură, diferind doar ca amplitudine.

Pentru a urmări modul cum apare şi se dezvoltă treptat necunoscuta X se va folosi o metodă aplicată de unii cercetători în studiul problemelor legate de curgerea lentă*, care constă în a împărţi fenomenul într-un număr n de perioade foarte mici, punînd condiţia de continuitate la nod doar la începutul şi sfîrşitul fiecărei perioade. Cele n perioade se iau astfel încît în toate să se consume cantităţi egale din procesul de curgere lentă. Altfel spus, în fiecare perioadă să se consume $\frac{1}{n}$ din caracteristica curgerii lente φ, rezultînd bineînţeles că cele n perioade nu sînt egale ca durată de timp (fig. 9).

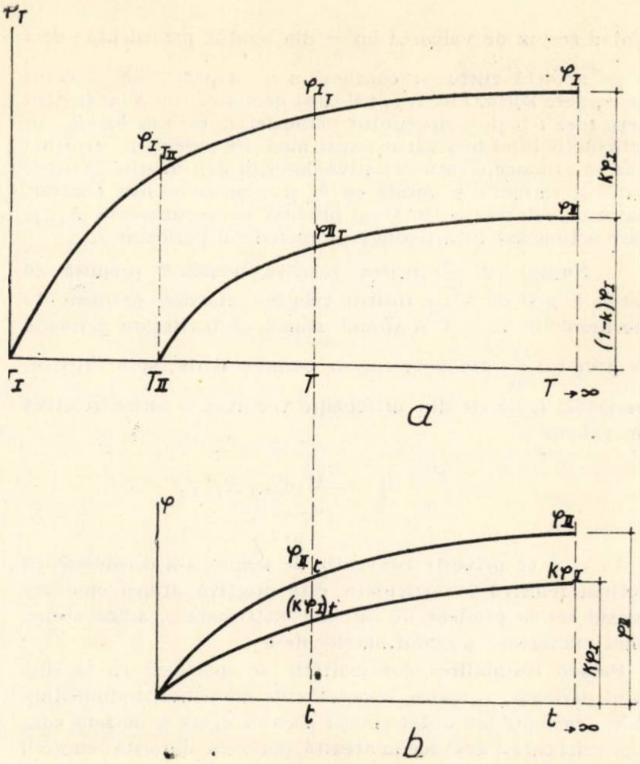

φ_T
φ_{I_T}
φ_{I}
$\varphi_{\mathrm{I}_{T_{\mathrm{II}}}}$
$K\varphi_{\mathrm{I}}$
φ_{II}
φ_{II_T}
$(1-K)\varphi_{\mathrm{I}}$
T_{I}
T_{II}
T
$T \to \infty$
a
φ
φ_{II}
φ_{II_t}
$K\varphi_{\mathrm{I}}$
$(K\varphi_{\mathrm{I}})_t$
φ_{II}
$K\varphi_{\mathrm{I}}$
t
$t \to \infty$
b

Fig. 8

Problema poate fi abordată în acest mod numai dacă cele două fenomene de curgere lentă au aceeaşi alură, cum se întîmplă în cazul de faţă. Într-adevăr, fie o perioadă i cuprinsă între timpii $ti-1$ şi ti (fig. 9), în care se consumă $\frac{1}{n}$ din φ_{II}. Ţinînd seama de expresia analitică a curbei φ_{II_t} rezultă:

$$\frac{\varphi_{\mathrm{II}}}{n} = \varphi_{\mathrm{II}\,ti} - \varphi_{\mathrm{II}\,t_{i-1}} = \varphi_{\mathrm{II}}\,(e^{-ti-1} - e^{-ti})$$

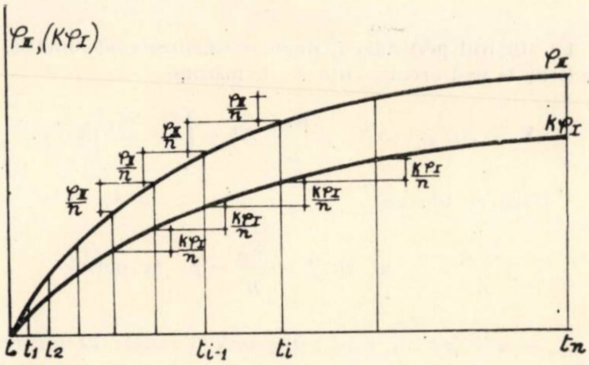
şi

$$\frac{1}{n} = e^{t-i-1} - e^{-ti}$$

În aceeaşi perioadă, pe curba $K\varphi_{\mathrm{I}}$ se va consuma din procesul de curgere lentă o cantitate

$$(K\varphi_{\mathrm{I}})_{ti} - (K\varphi_{\mathrm{I}})_{ti-1} = K\varphi_{\mathrm{I}}\,(e^{ti-1} - e^{-ti}) = \frac{K\varphi_{\mathrm{I}}}{n}$$

Fig. 9


$\varphi_{\mathrm{II}}, (K\varphi_{\mathrm{I}})$
φ_{II}
$K\varphi_{\mathrm{I}}$
$\frac{\varphi_{\mathrm{II}}}{n}$
$\frac{\varphi_{\mathrm{II}}}{n}$
$\frac{\varphi_{\mathrm{II}}}{n}$
$\frac{\varphi_{\mathrm{II}}}{n}$
$\frac{K\varphi_{\mathrm{I}}}{n}$
$\frac{K\varphi_{\mathrm{I}}}{n}$
$\frac{K\varphi_{\mathrm{I}}}{n}$
$\frac{K\varphi_{\mathrm{I}}}{n}$
t_0
t_1
t_2
t_{i-1}
t_i
t_n

---

* *Fr. Leonhardt:* Beton precomprimat, 1964.

ținînd seama de valoarea lui $\frac{1}{n}$ din relația precedentă; deci și pe această curbă se consumă a n—a parte din procesul de curgere lentă. Fie X_{i-1} valoarea necunoscutei X la sfîrșitul perioadei i-1 și la începutul perioadei i, rotirea barelor în articulație fiind în acest moment nulă. Pe parcursul perioadei i se va produce o rotire relativă datorită deformației în timp, dată de sarcinile g, notată cu θ_g și o rotire de sens contrar, datorită deformației în timp produsă de necunoscuta X_{i-1}, care acționează în articulație pe parcursul perioadei i.

Notînd cu θ_g^e rotirea relativă elastică produsă de sarcinile g și cu $\theta_{x=1}^e$ rotirea relativă elastică produsă de necunoscuta $X = 1$ și ținînd seamă că în fiecare perioadă se produce $\frac{1}{n}$ din procesul de curgere lentă, spre sfîrșitul perioadei i, barele din articulație vor avea o rotire relativă de valoare

$$\frac{K\varphi_I}{n}\theta_g^e - \frac{\varphi_{II}}{n}\theta_{x=1}^e X_{i-1}.$$

În ceea ce privește convenția de semne, s-a considerat că rotirea relativă în articulație este pozitivă atunci cînd are sensul rotirii produse de sarcinile exterioare g, adică atunci cînd micșorează unghiul barelor de nod.

Pentru restabilirea continuității, se consideră că la sfîrșitul perioadei i apare o pereche de momente suplimentare ΔX_i, care produc o deformație elastică egală și de sens contrar celei care a avut loc în această perioadă datorită curgerii lente. Faptul că ΔX_i apare la sfîrșitul perioadei și restabilește continuitatea printr-o deformație elastică este valabil atîta vreme cît perioadele sînt foarte mici.

Valoarea necunoscutei suplimentare ΔX_i va rezulta deci din condiția:

$$\frac{k\varphi_I}{n}\theta_g^e - \frac{\varphi_{II}}{n}\theta_{x=1}^d X_{i-1} - \theta_{x=1}^e \Delta X_i = 0$$

de unde:

$$\Delta X_i = \frac{K\varphi_I}{n}\frac{\theta_g^e}{\theta_{x=1}^e} - \frac{\varphi_{II}}{n}X_{i-1}$$

Se observă că $\frac{\theta_g^e}{\theta_{x=1}^e}$ este valoarea care rezultă pentru necunoscuta X dintr-un calcul elastic, dacă se consideră sarcinile g aplicate de la început pe structura finală. Altfel spus, reprezintă momentul la nod care apare dintr-un calcul elastic, dacă se încarcă structura cu noduri rigide cu sarcinile g. Se va nota această valoare cu X^e, adică: $X^e = \frac{\theta_g^e}{\theta_{x=1}^e}$ și introducînd în relația precedentă

$$\Delta X_i = \frac{K\varphi_I}{n}X^e - \frac{\varphi_{II}}{n}X_{i-1}.$$

La sfîrșitul perioadei i, după restabilirea continuității, va acționa la nod necunoscuta X_i de mărime

$$X_i = X_{i-1} + \Delta X_i = \frac{K\varphi_I}{n}X^e + \left(1 - \frac{\varphi_{II}}{n}\right)X_{i-1}.$$

Dacă se notează

$$\frac{K\varphi_I}{n}X^e = \alpha \quad \text{și} \quad 1 - \frac{\varphi_{II}}{n} = \beta \quad \text{se obține}$$

$X_i = \alpha + \beta X_{i-1}$ care reprezintă o relație de recurență pentru valoarea necunoscutei X în cele n etape succesive.

Deoarece la începutul perioadei 1 cuprinsă între timpii t_0 și t_1, necunoscuta X este nulă, se poate scrie:

$$X_0 = 0$$
$$X_1 = \alpha + \beta X_0 = \alpha$$
$$X_2 = \alpha + \beta X_1 = \alpha\,(1+\beta)$$
$$X_3 = \alpha + \beta X_2 = \alpha\,(1+\beta+\beta^2)$$
$$\vdots$$
$$X_n = \alpha + \beta X_{n-1} = \alpha(1+\beta+\beta^2+\ldots\beta^{n-1}) = \frac{\alpha}{1-\beta}(1-\beta^n)$$

Reintroducînd în loc de α și β expresiile de mai sus, rezultă:

$$X_n = \frac{K\varphi_I}{n}X^e\left[1 - \left(1 - \frac{\varphi_{II}}{n}\right)^n\right]$$

care, la limită, cînd $n \to \infty$ reprezintă valoarea finală a necunoscutei X.

Deoarece

$$\lim_{n\to\infty}\left(1 - \frac{\varphi_{II}}{n}\right)^n = e^{-\varphi_{II}}$$

rezultă că

$$X = \lim_{n\to\infty} X_n = \frac{K\varphi_I}{\varphi_{II}}\left(1 - e^{-\varphi_{II}}\right)X^e = \gamma X^e$$

unde

$$\gamma = \frac{K\varphi_I}{\varphi_{II}}\left(1 - e^{-\varphi_{II}}\right) < 1.$$

Rezultă că la nod se dezvoltă un moment care reprezintă o parte din momentul calculat elastic care apare dacă sarcinile g se aplică direct pe structura finală. Diagrama de moment produsă de necunoscuta X astfel calculată se suprapune peste diagrama de moment inițială.

Situația se prezintă similar și în ceea ce privește acțiunea fasiculelor G 1, G 2, G 4, G 5 tensionate pe structura inițială. Necunoscuta X va avea în final aceeași expresie $X = \gamma X^e$ unde X^e este momentul care ar apărea la nod dacă fasciculele s-ar tensiona pe structura finală, momentele date de necunoscuta X suprapunîndu-se peste momentele inițiale. Diagrama acestor momente nu este însă altceva decît diagrama momentelor parazitare corespunzătoare fasciculelor G 1, G 2, G 4, G 5, ceea ce înseamnează că, deși tensionate pe o grindă simplu rezemată, aceste fascicule dau eforturi parazitare, datorită fenomenului de curgere lentă care are loc după modificarea structurii inițiale.

Calculele, care au un caracter destul de riguros atîta vreme cît se consideră că deformațiile din curgere lentă urmăresc curbele teoretice de mai sus, capătă aspectul unei evaluări dacă se ține seamă că aceste deformații reprezintă un fenomen complex, care nu urmărește fidel aceste curbe și că înșiși parametrii curbelor depind de o serie de factori greu de definit cu precizie, ca: vîrsta betonului în momentul încărcării, mărimea eforturilor în beton, natura solicitării piesei, temperatura și umiditatea acestuia etc., unii dintre acești factori putînd varia chiar de la o secțiune a structurii la alta.

Din această cauză s-au făcut cîteva ipoteze în legătură cu acești parametri, căutîndu-se îndeosebi să se vadă care sînt efectele ce apar la nod care, așa cum s-a arătat, reprezintă punctul cel mai puternic solicitat al cadrului. În acest sens, s-au folosit prescripțiile Normativului condiționat P8—62 care folosesc pentru determinarea caracteristicii φ o expresie general acceptată în literatura de specialitate, de forma

$$\varphi = k_1 k_2\ k_3\ k_4\ \varphi_0$$

unde s-a notat cu:

φ_0 — valoarea de bază a caracteristicii deformației în timp a betonului, depinzînd de raportul apă : ciment și de dozajul de ciment utilizat;

k_1 — coeficient care ține seamă de vîrsta betonului în momentul încărcării, depinzînd de raportul R/R 28 (R fiind rezistența betonului în momentul încărcării și R 28, rezistența corespunzătoare mărcii);

k_2 – coeficient care ţine seamă de mărimea solicitării betonului în raport cu rezistenţa acestuia în momentul încărcării, depinzînd de raportul $\frac{\sigma_b}{R}$ (σ_b fiind efortul maxim în beton în momentul încărcării şi R rezistenţa acestuia în momentul încărcării);

k_3 – coeficient care depinde de umiditatea aerului în care se află piesa de beton;

k_4 – coeficient care depinde de dimensiunile secţiunii transversale a piesei de beton.

Valorile φ_0, k_1, k_2, k_3, k_4 se determină cu ajutorul tabelelor 18 şi 19 din Normativul P 8–62.

În cazul de faţă s-a considerat pentru betonul din cadru un dozaj de ciment de 450 kg/m³ şi un raport apă : ciment de 0,4, rezultînd, conform tabelei 18, valoarea caracteristicii de bază a deformaţiei în timp $\varphi_0 = 2{,}80$.

De asemenea, pentru condiţiile cadrului dat

$$\frac{\sigma_b}{R} < 0{,}5 \quad U = 50 - 60\,\% \quad b > 10 \text{ cm}$$

rezultînd, conform tabelei 19,

$$k_2 = k_3 = k_4 = 1 \quad \varphi = k_1 \varphi_0$$

Pentru evaluarea coeficientului K s-au utilizat valorile din „Îndrumătorul pentru calculul elementelor de beton armat şi beton precomprimat prin metoda stărilor limită" tabela XIII. 11, unde se dau valorile coeficientului K pentru diferite intervale de timp.

Într-un caz particular, dacă se consideră continuitatea realizată la un interval de timp foarte scurt de la precomprimarea grinzii, deci după intrarea în lucru a sarcinilor g, rezultă:

$$T_{II} - T_I = 0 \quad \varphi_I = \varphi_{II} \quad K = 1$$

Dacă se admite că precomprimarea se aplică atunci cînd betonul din cadru a atins marca $\frac{R}{R\,28} = 1$ şi conform tabelei 19, $k_1 = 1$

$$\varphi_I = \varphi_{II} = \varphi_0 = 2{,}80$$

iar expresia lui γ devine, ţinînd seamă de cele de mai sus,

$$\gamma = 1 - e^{-\varphi_0} = 1 - e^{-2{,}80} = 0{,}94$$

$$X = 0{,}94\ X^e$$

O asemenea situaţie, posibilă teoretic, nu este însă posibilă în cazul dat, între precomprimarea grinzii la sol şi tensionarea fasciculelor S din stîlpi fiind necesar un timp în care să se monteze grinda la cotă şi să se mateze rosturile. De aceea, pentru evaluarea eforturilor în structură s-au făcut două ipoteze extreme practic posibile, care duc la valorile extreme posibile ale coeficientului γ.

a) *Ipoteza care dă* γ *maxim.* Se admite pentru betonul de marcă B 500 din cadru caracteristica de bază $\varphi_0 = 2{,}80$ şi se consideră că grinda a fost precomprimată la sol la atingerea rezistenţei corespunzătoare mărcii B 400.

În această situaţie

$$\frac{R}{R\,28} = 0{,}8 \text{ şi conform tabelei 19 } k_1 = 1{,}15$$

$$\varphi_I = k_1 \varphi_0 = 1{,}15 \times 2{,}80 = 3{,}22.$$

Se admite continuitatea realizată la un interval minim de la precomprimarea grinzii apreciat la zece zile. În această situaţie, $\frac{R}{R\,28} = 1$ şi conform tabelei 19 $k_1 = 1$.

$$\varphi_{II} = k_1 \varphi_0 = 2{,}80$$

Pentru intervalul de zece zile, tabela XIII.11 indică $K = 0{,}67$

Rezultă

$$\gamma = \frac{K \varphi_I}{\varphi_{II}} (1 - e^{-\varphi_{II}}) = \frac{0{,}67 \times 3{,}22}{2{,}80} (1 - e^{-2{,}80}) = 0{,}72$$

$$X = 0{,}72\ X^e$$

b) *Ipoteza care dă* γ *minim.* Se admite pentru acelaşi beton de marcă B 500 o caracteristică de bază redusă cu 25% faţă de cea rezultată din tabela 18.

$$\varphi_0 = 0{,}75 \times 2{,}80 = 2{,}10.$$

Se consideră că precomprimarea grinzii la sol se face la atingerea mărcii, moment în care

$$\frac{R}{R\,28} = 1 \text{ şi conform tabelei 19 } k_1 = 1$$

$$\varphi_I = k_1 \varphi_0 = 2{,}10.$$

Continuitatea se admite realizată după un interval de timp maxim, posibil în cazul dat, apreciat la trei luni, în acel moment putînd considera

$$\frac{R}{R\,28} = 1{,}1 \text{ şi conform tabelei 19 } k_1 = 0{,}875$$

$$\varphi_{II} = k_1 \varphi_0 = 0{,}875 \times 2{,}10 = 1{,}84.$$

Pentru intervalul de trei luni, tabela XIII.11 indică $K = 0{,}5$.

Rezultă

$$\gamma = \frac{K \varphi_I}{\varphi_{II}} (1 - e^{-\varphi_{II}}) = \frac{0{,}5 \times 2{,}10}{1{,}84} (1 - e^{-1{,}84}) = 0{,}48$$

$$X = 0{,}48\ X^e$$

Rezultatele de mai sus arată că pentru intervale de timp posibile în practică, influenţa deformaţiei în timp din curgere lentă este destul de mare, eforturile obţinute fiind mai apropiate de cazul aplicării sarcinilor pe structura finală decît de cea iniţială.

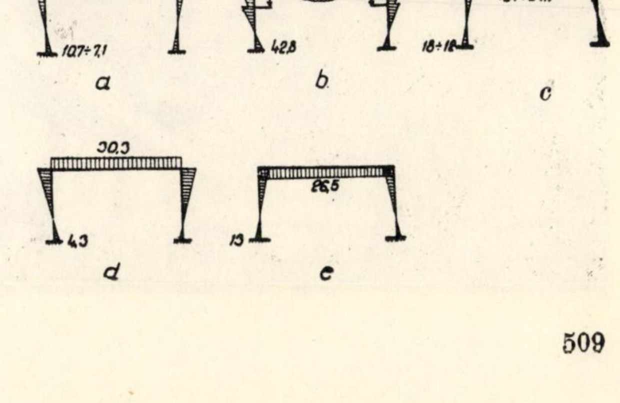
În figura 10 sînt reprezentate diagramele de moment din încărcările permanente care acţionează în această etapă finală F.

Ţinînd seamă de rezultatele de mai sus, pentru diagramele din greutatea grinzii g s-au admis două valori extreme ale momentului la nod (fig. 10 *a*), corespunzînd situaţiilor *a* şi *b* de mai sus. Pentru momentele parazitare date de fasciculele G 1, G 2, G 4, G 5 tensionate pe structura iniţială s-au admis de asemenea două valori extreme pentru momentul la nod, corespunzînd aceloraşi ipoteze *a* şi *b* (fig. 10 *c*). Diagramele datorite încărcărilor din acoperiş (elemente T T şi izolaţii) şi din greutatea grinzilor de rulare (fig. 10 *b*), ca şi diagramele momentelor parazitare date de fasciculele S şi G 3 (fig. 10 *d* şi *e*) sînt rezultate din calcule statice clasice.

În continuare, în figura 11 sînt indicate diagramele de moment încovoietor din sarcinile utile (poduri rulante) şi accidentale (zăpadă, vînt, variaţii de temperatură) care acţionează cadrul.

Eforturile datorite sarcinilor seismice calculate pentru gradul de seismicitate au rezultat mai mici decît cele din vînt, fapt explicabil la o hală înaltă, cu o singură deschidere, cu structura elastică, cu o suprafaţă mare expusă la vînt,

Fig. 10 – *a* – **Momente din greutatea proprie a grinzii;** *b* – **momente din greutatea acoperişului şi grinzilor de rulare;** *c* – **momente parazitare din precomprimarea fasciculelor G 1, G 2, G 4, G 5;** *d* – **momente parazitare date de fasciculele S;** *e* – **momente parazitare date de fasciculul G 3**



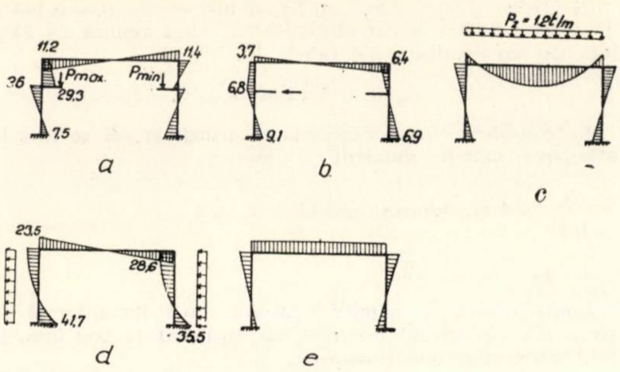


Fig. 11

dar cu o masă aferentă unui stîlp relativ mică. Din această cauză, în figura 11 nu au mai fost reprezentate eforturile date de sarcinile seismice.

În calculul stîlpului și al rostului dintre grindă și stîlp s-a ținut seamă și de eforturile care apar datorită acțiunilor în lungul halei (sarcini din podurile rulante, vînt, variații de temperatură, cutremur), făcîndu-se combinațiile de încărcări cele mai dezavantajoase posibil, conform prescripțiilor. Calculele acestor eforturi au reprezentat calcule statice clasice și nu au ridicat nici o problemă de interes deosebit.

În consecință, secțiunile stîlpului și rostul au fost verificate ca secțiuni din beton precomprimat solicitate la compresiune excentrică oblică.

S-a dat o atenție deosebită verificărilor la rost, unde, așa cum s-a mai arătat, capacitatea a fost limitată din motive de ordin constructiv și unde apare de fapt și o discontinuitate a materialului, lipsind rezistența la tensiune a betonului și armătura constructivă din oțel moale. De aceea s-a impus ca în toate ipotezele de solicitare posibile în exploatare să rămînă în beton o compresiune de cel puțin 10 kg/cm^2.

În ceea ce privește eforturile parazitare din precomprimare s-a putut obține ceea ce era de dorit în cazul dat și anume ca momentele parazitare totale în exploatare să descarce nodul și să încarce cîmpul grinzii.

S-a considerat interesant să se insiste mai mult în acest articol asupra modului cum deformațiile în timp din curgerea lentă modifică eforturile inițiale în cazul schimbării ulterioare a structurii, deoarece această situație poate fi întîlnită destul de des, valorile eforturilor ce apar putînd fi importante. Astfel, la structurile de tipul cadrelor cu mai multe deschideri alcătuite din elemente prefabricate precomprimate realizarea legăturilor de continuitate ridică uneori dificultăți de ordin practic. De aici tendința de a ușura cît mai mult aceste legături, obținînd totuși în final o structură continuă, mai avantajoasă la acțiunea sarcinilor orizontale și în ceea ce privește condițiile de flambaj ale stîlpilor. Apare astfel tendința de a aplica cît mai multe sarcini pe schema simplu rezemată a grinzilor, de multe ori toate sarcinile permanente, făcînd ulterior legăturile de continuitate și dimensionîndu-le doar la sarcinile utile și accidentale, considerînd neglijabile eforturile care apar în aceste legături datorită deformațiilor în timp.

Din evaluările de mai sus rezultă însă că aceste eforturi nu pot fi totdeauna neglijate și, depinzînd de factori care nu pot fi definiți decît cu aproximații foarte mari, duc la incertitudini în calcule. Fenomenul este mai important la elementele precomprimate, unde siguranța la fisurare este influențată puternic de variații relativ mici ale eforturilor din încărcările exterioare sau din precomprimare. Datorită acestor variații eforturile unitare din beton pot trece de la compresiuni mici, practic nule, la eforturi de întindere considerabile, nedorite, îndeosebi în rosturile dintre prefabricate, unde lipsește rezistența la întindere a betonului.

Structura halei experimentale INCERC

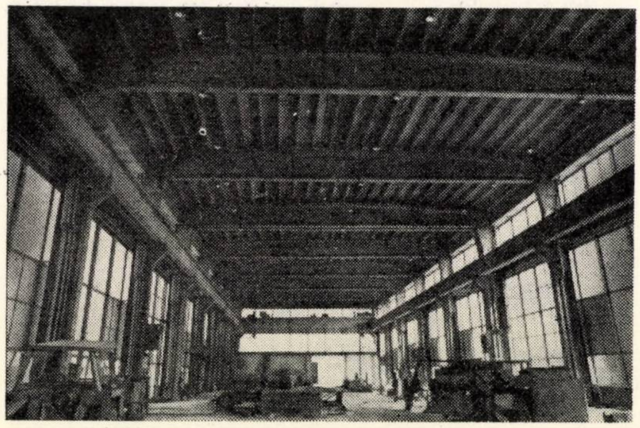
Dr. ing. **A. Scarlat**, dr. ing. **M. Tannenbaum**

I.P.C.T. INCERC

În 1966 a fost proiectată în cadrul I.P.C.T. o hală experimentală pentru încercări tehnologice și de elemente structurale*. Construcția a fost executată în 1967.

Prin temă s-au fixat : lungimea halei de 110 m, deschiderea de 24 m, înălțimea liberă de 13,7 m, căi de rulare pentru poduri cu sarcini utile de 20 tf.

Fig. 1 — Hala în exploatare



1. Structura aleasă constă din : cadre transversale cu o deschidere de 24 m dispuse la distanțe de 12 m, asamblate din elemente precomprimate preturnate cu inimă plină ; cadre longitudinale cu cîte două rigle încastrate în stîlpi ; acoperișul din elemente TT 2×12 m, precomprimate, uzinate ; grinzi de rulare precomprimate, preturnate, rezemate pe consolele stîlpilor (fig. 1).

În alegerea soluției s-a urmărit : obținerea unor dimensiuni cît mai reduse ale elementelor structurii, fapt care justifică alegerea unor cadre cu noduri rigide ; obținerea unor indici cît mai reduși de consum de oțel, motiv pentru care s-a recurs la elemente cu inimă plină precomprimate ; obținerea unei calități expresive superioare.

Cadrele transversale (fig. 2) sînt alcătuite din : doi stîlpi de beton armat de cîte 14,80 m lungime cu secțiunea în I înscrisă într-un dreptunghi de 56×110 cm (fig. 3) și o riglă precomprimată cu fascicule postîntinse de 24,50 m lungime, cu secțiunea în I, de înălțime variabilă între 120 și 190 cm (fig. 4). Nodurile cadrului au fost realizate de asemenea prin precomprimare, fasciculele fiind anfilate în canale verticale prevăzute în stîlpi şi în zonele de capăt ale grinzilor (fig. 5). Riglele au fost precomprimate în etape, o parte la sol şi o parte după montaj. În acest mod s-a urmărit să se limiteze efectul deformaţiilor reologice ale betonului. Notăm că o parte din fasciculele din partea superioară a zonelor de reazem sînt oprite în cîmp prin ancoraje înecate.

---

* Proiectul de rezistență a fost întocmit în cadrul I.P.C.T. de inginerii : consilier A. Scarlat, D. Nelepcu, A. Cazacliu, G. Dascălu, M. Mihalache, P. Hondroianis, C. Schleiffer și G. Ciocea. Proiectul de arhitectură a fost întocmit de arhitecții : consilier I. Enescu, S. Oprișescu (șef de proiect) și I. Oprișescu. Stabilirea soluției și definitivarea detaliilor de execuție au fost făcute în colaborare cu secțiile de specialitate din INCERC (inginerii : M. Tannenbaum, D. Viespescu, M. Pachițac), D. Manari, G. Constantinescu, Șandru, V. Costescu

Cadrele longitudinale sînt alcătuite din stîlpii structurii şi cîte două rigle : cea superioară îndeplineşte şi funcţia de cornişă, iar cea inferioară îndeplineşte şi funcţia de pasarelă a căii de rulare. Riglele au fost rezemate provizoriu pe console metalice din profile laminate prevăzute în stîlpi, betonarea făcîndu-se ulterior.

Acoperişul este alcătuit din elemente TT 2 × 12 fabricate la I.P.M.C.-Constanţa, precomprimate cu toroane preîntinse TBP 9*. Pentru a se asigura formarea unei diafragme orizontale capabile să transmită forţele seismice corespunzătoare gradului 7 de seismicitate, capetele elementelor au fost modificate astfel încît să permită realizarea unor îmbinări monolite.

În proiect s-a prevăzut ca, pe patru travei, acoperişul să fie făcut din chesoane precomprimate 3 × 12. Aceste elemente nefiind încă în producţia fabricilor de prefabricate, acoperişul a fost făcut cu elemente TT 2 × 12.

Au fost prevăzute grinzi de rulare de 12 m deschidere de beton precomprimat cu fascicule postîntinse, în conformitate cu proiectul tip I.P.C.T. nr. 2007. În vederea simplificării turnării au fost înlăturate rigidizările verticale ale inimii din proiectul tip (fig. 6). În dreptul rostului de dilataţie au fost montate grinzi de rulare cu lungimi majorate, pentru a se acoperi distanţele dintre axele cadrelor adiacente, evitîndu-se în acest mod introducerea unor dispozitive metalice, neeconomice. Grinzile de rulare sînt articulate pe stîlpi, din care cauză nu au putut fi utilizate pentru contravîntuirea longitudinală a halei.

Calea de rulare a fost rezemată pe un strat amortizor de cauciuc : prinderile stratului amortizor de grindă au fost astfel alcătuite încît să permită deformarea liberă şi de asemenea înlocuiri periodice în ipoteza îmbătrînirii cauciucului.

Pentru precomprimare au fost utilizate fascicule postîntinse INCERC BP-120, din 48 şi 36 Ø 5 mm SBP I, prevăzute cu ancoraje metalice tip inel-con dublu.

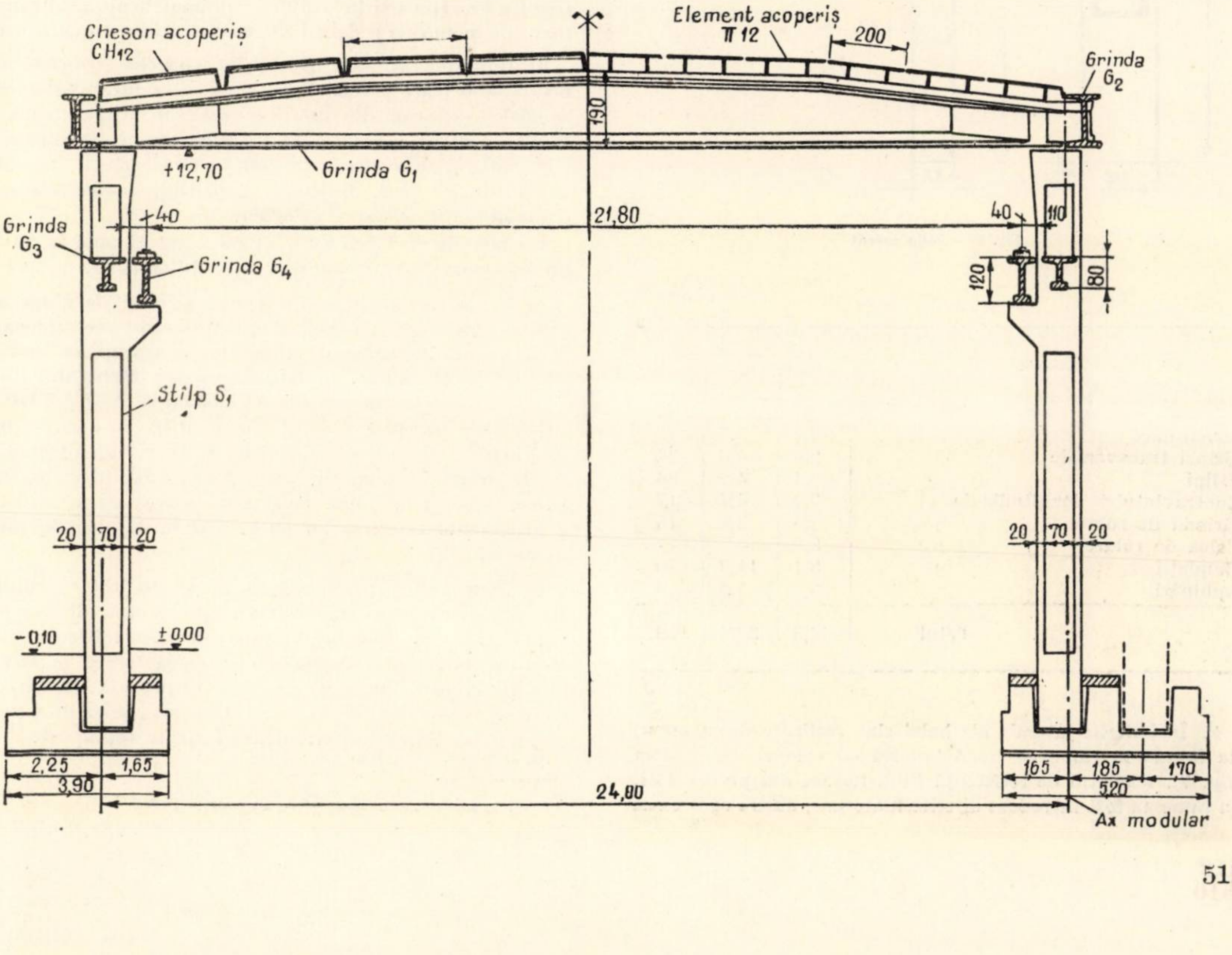
Consumurile de materiale principale pentru structura unei travee curente (24 × 12) sînt date în tabela 1. În tabela 2 sînt trecuţi indicii respectivi pe m² de suprafaţă nominală acoperită.

Tabela 1

Elemente	Oţel kgf	Beton m³	Ciment kgf
Învelitoare	1 703	22,1 (B 500)	11 500
Grinzi transversale	2 758	13,4 (B 500)	6 980
Stîlpi	2 624	14,2 (B 500)	7 500
Contravîntuiri longitudinale	2 088	12,7 (B 300)	4 950
Grinda de rulare	1 594	8,1 (B 500)	4 220
Calea de rulare	1 440	—	—
Fundaţii	902	33,8 (B 150)	8 780
Îmbinări	220	4,2 (B 300)	1 640
Total	13 329	108,5	45 570

Observăm că stîlpii foarte înalţi contribuie cu un consum ridicat de oţel ; în structura propriu-zisă a acoperişului (elementele învelitorii şi grinzile transversale) intră 15,5 kgf oţel/m².

Fig. 2 — Cadrul transversal



---

* Elementele TT 2 × 12 au fost proiectate în cadrul INCERC de inginerii L. Löbel şi A. Popăescu.

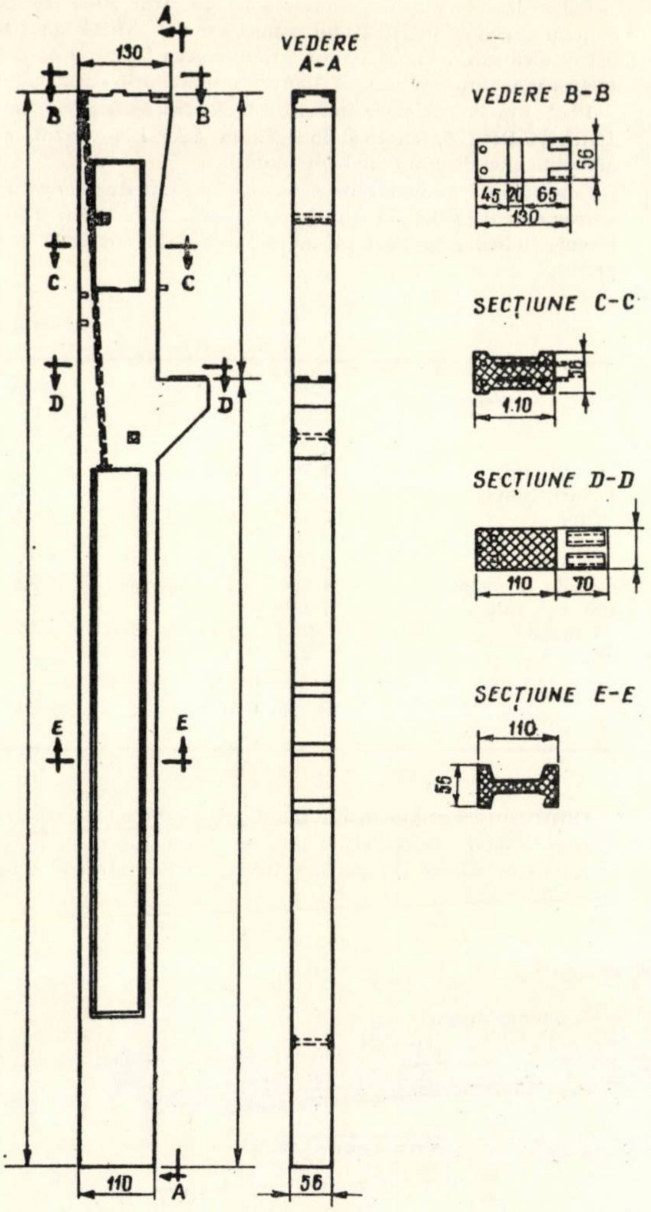


Fig. 3 – Stîlp curent

Tabela 2

Elemente	Oţel kgf/m²	Beton cm/m²	Ciment kgf/m²
Învelitoare	5,9	7,7	40
Grinzi transversale	9,6	4,6	24
Stîlpi	9,1	4,9	26
Contravîntuiri longitudinale	7,3	4,4	17
Grinda de rulare	5,5	2,8	15
Calea de rulare	5,0	—	—
Fundaţii	3,1	11,7	30
Îmbinări	0,8	1,5	6
Total	46,3	37,6	158

2. Închiderile laterale ale halei sînt realizate din panouri de faţadă în rame de tablă îndoită cu ochiuri de 3×3 m (fig. 7), scheletul de rezistenţă fiind format din profile I 24. În rame au fost introduse diferite materiale, dintre care unele urmează a fi experimentate cu această ocazie : pentru părţile vitrate : geamuri obişnuite de 5 mm, geamuri termoabsorbante, elemente din profilit simple şi duble, iar pentru părţile opace : sandvişuri din azbociment plan cu polistiren expandat şi plăci de sticlă vopsită.

Frontoanele sînt realizate din cadre de beton armat şi zidărie.

3. Cadrele transversale au fost precomprimate în etape, pentru a se obţine o stare de eforturi convenabilă (fig. 5) :

— la sol au fost pretensionate cîte patru din cele cinci fascicule prevăzute în rigla fiecărui cadru ;

— după monolitizarea nodurilor au fost pretensionate fasciculele verticale destinate să asigure formarea nodurilor rigide (cîte două fascicule pentru fiecare nod) ;

— după încărcarea structurii cu elementele de acoperiş a fost pretensionat ultimul fascicul din fiecare riglă.

În calculul cadrelor transversale s-a ţinut seamă de existenţa a două scheme statice diferite (riglele articulate pe stîlpi, în prima etapă ; riglele încastrate în stîlpi, în a doua etapă), precum şi de efectul deformărilor reologice ale betonului asupra eforturilor. Calculul respectiv (efectuat de ing. D. Nelepcu) este expus într-un articol separat.

4. Hala a fost executată de Intreprinderea construcţii-montaj nr. 1 din Direcţia generală construcţii-montaj a Municipiului Bucureşti,* sub supravegherea permanentă a secţiilor de specialitate din INCERC.

În figurile 8, 9, 10 şi 11 se pot urmări aspecte din timpul execuţiei halei. Vom menţiona cîteva din problemele mai deosebite care s-au pus în timpul execuţiei :

a) Turnarea pe şantier a unor elemente cu volum mare (grinzi avînd 13,4 m³ şi stîlpi avînd 7,1 m³), cu o marcă de beton ridicată (B 500). Turnarea s-a făcut în cofraje de lemn căptuşite cu plăci de tegofilm rigidizate şi etanşate la rosturi cu bandă de cauciuc. Vibrarea betonului s-a făcut atît cu vibratoare de cofraj (aşezate pe fundul cofrajului), cît şi cu pervibratoare. Vibratoarele de cofraj au fost mobile, ele deplasîndu-se pe plăci metalice înspre zonele de turnare. Betonul a fost transportat cu ajutorul unei bene autotransportoare pe monoşină şi descărcat prin basculare direct în cofraj.

b) Montarea stîlpilor şi riglelor cadrelor transversale a necesitat o mare precizie, pentru a se asigura suprapunerea canalelor verticale din grinzi cu cele din stîlpi, canale prevăzute pentru fasciculele de precomprimare. Stîlpii au fost poziţionaţi prin vizări cu teodolitul, după care au fost fixaţi provizoriu (cu pene de lemn) în pahare, monolitizarea făcîndu-se după aşezarea grinzilor.

Elementele prefabricate — avînd greutăţi pînă la 36 tf — au fost montate cu o macara Gottwald de 80 tf.

c) Prevederea în proiect a precomprimării în etape a necesitat efectuarea parţială a operaţiilor de pretensionare şi injectare la o înălţime de 16 m, în care scop au fost construite schele mobile. Pretensionarea s-a făcut simultan la cele două capete ale grinzilor, cu instalaţii INCERC BP 120. Fasciculele verticale au avut ancorajul fix cu dorn în partea inferioară (sub consolele stîlpilor), ancorajul mobil fiind deasupra grinzilor. Canalele verticale au fost injectate de la partea inferioară. Golul rămas prin tasarea pastei de ciment a fost completat ulterior pe la partea superioară, rămasă deschisă.

d) Elementele de acoperiş TT 2×12 au fost executate la I.P.M.C.-Constanţa, cu asistenţa tehnică a INCERC, pe un stand de 70 m lungime, în tipare metalice. Elementele au fost depozitate şi transportate pe calea ferată în stive de cîte trei bucăţi sprijinite pe şipci dispuse la 50 cm de la capete. Transportul auto s-a făcut cu un trailer de 9 m lungime, pe care s-au pus cîte două elemente suprapuse.

---

* Şef de şantier ing. Bileca, şef de lot maistru Badea.

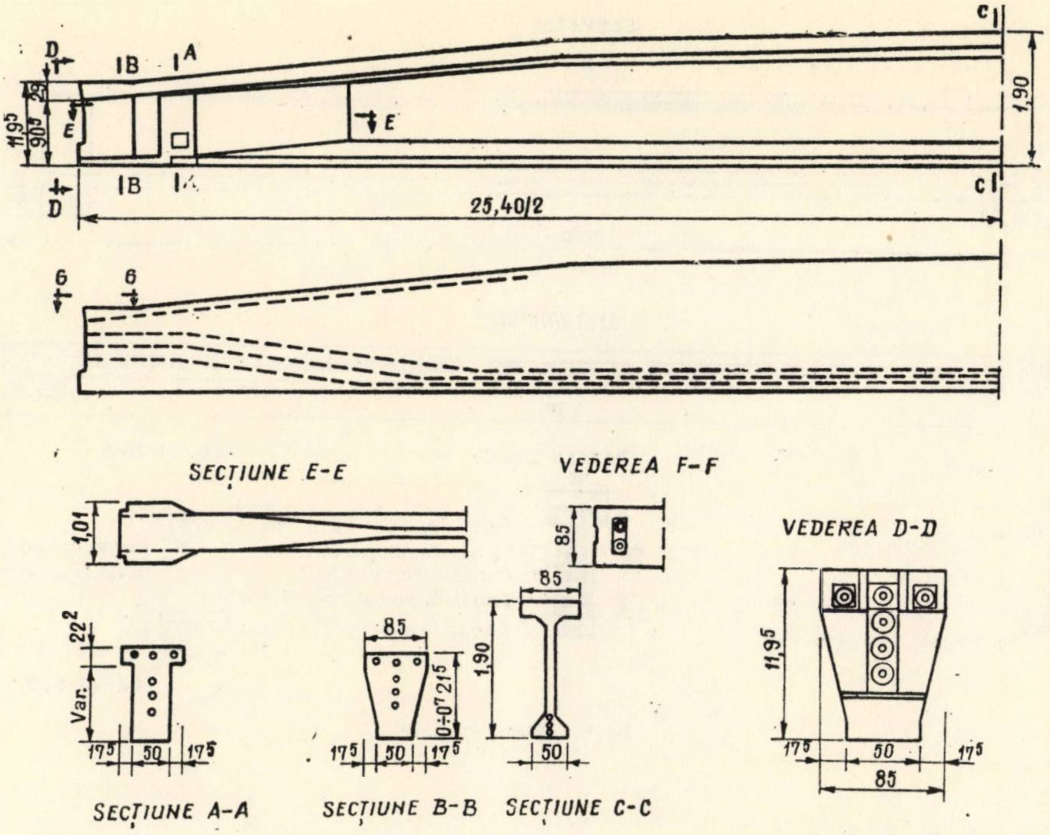
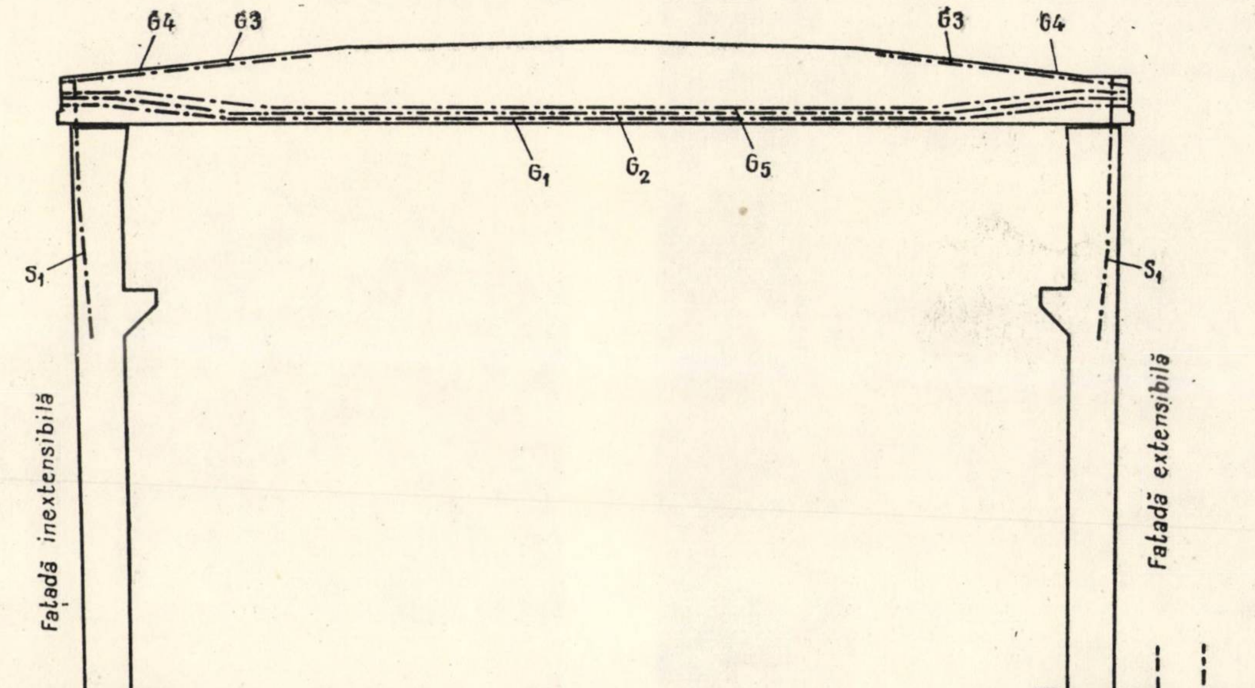

D
IB
IA
C
11,95
25
90,5
E
E
1,90
IB
IA
C
D
25,40/2
6
6
SECȚIUNE E-E
1,01
VEDEREA F-F
85
85
VEDEREA D-D
22²
Var.
17⁵
50
17⁵
85
0÷0,21⁵
17⁵
50
17⁵
1,90
50
11,95
17⁵
50
17⁵
85
SECȚIUNE A-A
SECȚIUNE B-B
SECȚIUNE C-C

Fig. 4 — Rigla

Fig. 5 — Fasciculele de pretensionare


G4
G3
G3
G4
G1
G2
G5
S1
S1
Fațadă inextensibilă
Fațadă extensibilă

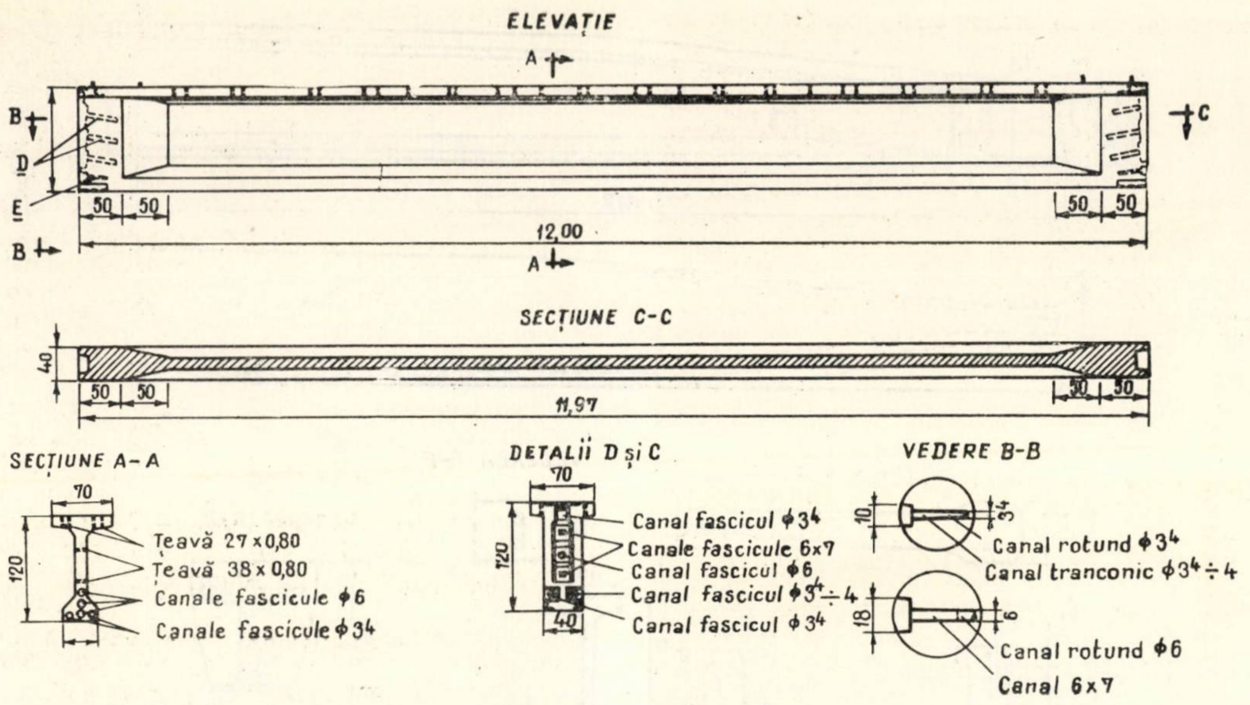

ELEVAȚIE
A
B
D
E
C
50
50
50
50
12,00
A
B
SECȚIUNE C-C
40
50
50
50
50
11,97
SECȚIUNE A-A
70
120
Țeavă 27 x 0,80
Țeavă 38 x 0,80
Canale fascicule $\phi 6$
Canale fascicule $\phi 3^4$
DETALII D și C
70
120
40
Canal fascicul $\phi 3^4$
Canale fascicule 6x7
Canal fascicul $\phi 6$
Canal fascicul $\phi 3^4 \div 4$
Canal fascicul $\phi 3^4$
VEDERE B-B
10
34
18
6
Canal rotund $\phi 3^4$
Canal tranconic $\phi 3^4 \div 4$
Canal rotund $\phi 6$
Canal 6x7

Fig. 6 – Grinda de rulare

Fig. 7 – Fațadă laterală

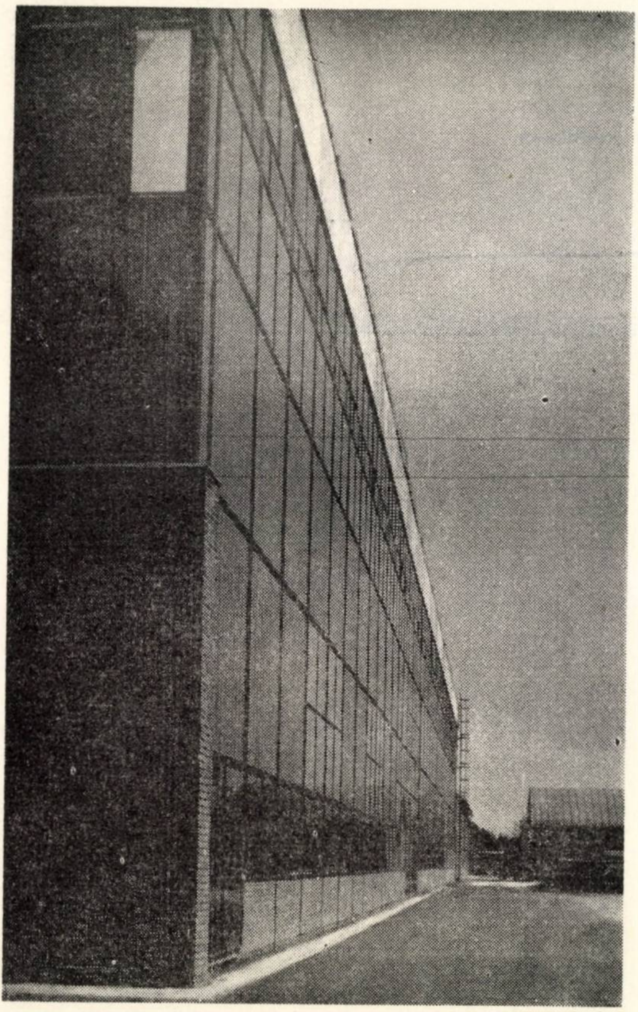
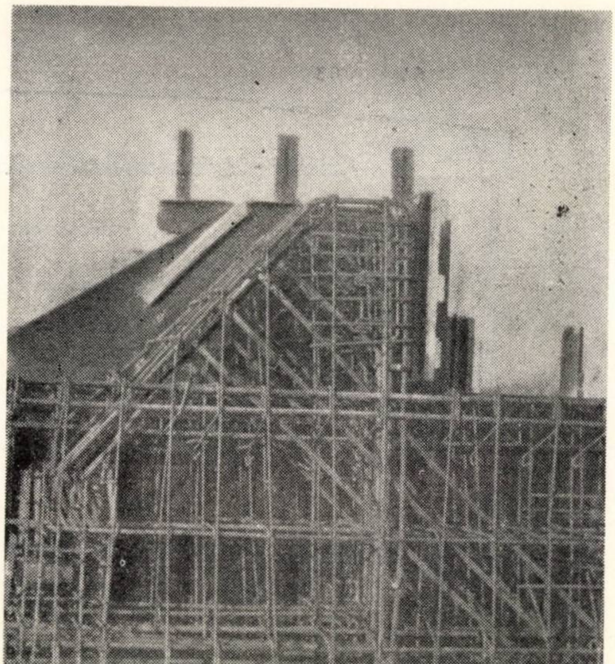


Fig. 8 – Armarea consolei stîlpului



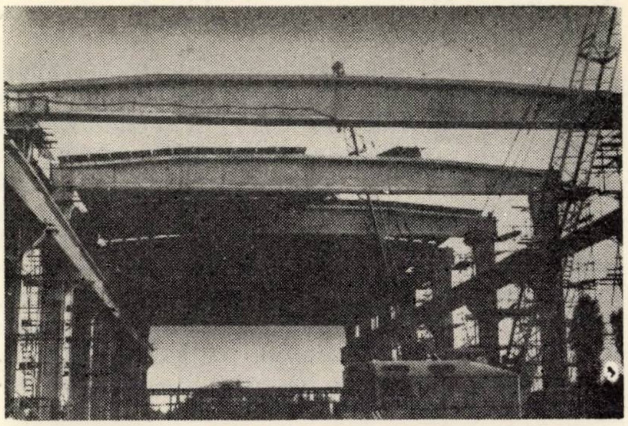


Fig. 9 — Montarea unei rigle

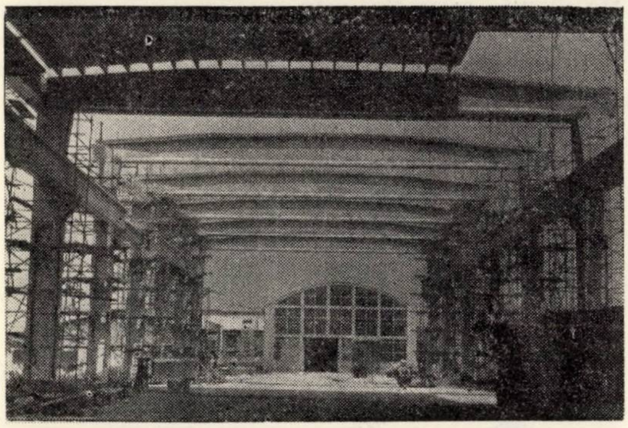


Fig. 10 — Montarea unui element de acoperiș TT 12

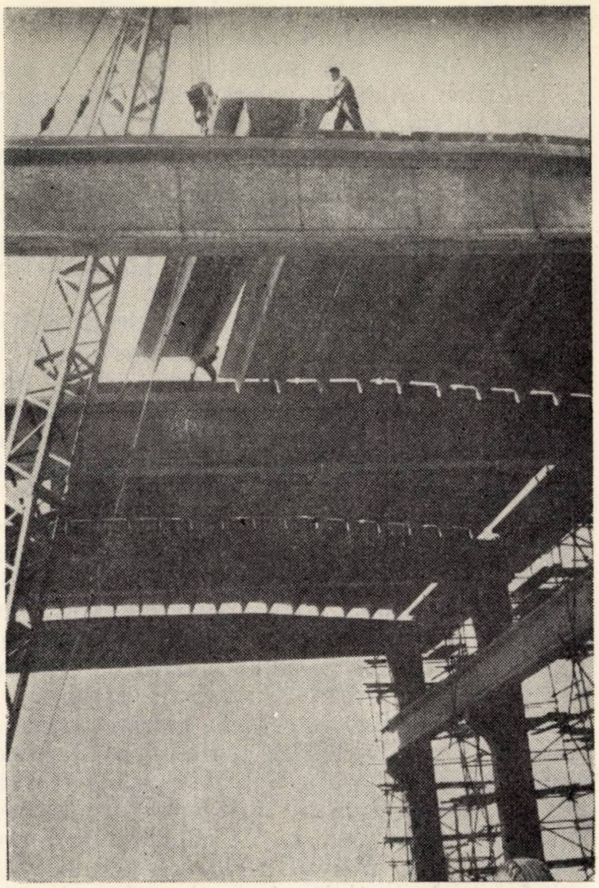


Fig. 11 — Structura halei executată parțial

Proiectarea și executarea halei experimentale INCERC a permis verificarea unor procedee de construcție moderne: realizarea unor cadre precomprimate alcătuite din elemente prefabricate; realizarea căii de rulare pe un strat de cauciuc în locul traverselor de lemn; realizarea unor fațade în rame de tablă îndoită, cu diferite materiale de umplutură.

Asupra unor factori care determină scoaterea pretimpurie din exploatare a grinzilor căilor de rulare

Prof. ing. D. Mateescu, asist. ing. I. Caraba

I. INTRODUCERE

Pentru asigurarea bunei desfășurări a procesului tehnologic în diferite hale industriale și depozite, unde producția reclamă transport atît pe orizontală, cît și pe verticală, sînt necesare poduri rulante de diferite puteri. Din această cauză, structura de rezistență a halei trebuie să fie prevăzută cu grinzi ale căilor de rulare care să fie capabile să preia și să transmită reazemelor, încărcările aduse de podurile rulante.

Desfășurarea procesului tehnologic depinde în bună măsură de modul în care se comportă grinzile căilor de rulare în timpul exploatării. Dezvoltarea deosebit de rapidă a producției în diverse ramuri de activitate face ca procesul tehnologic să reclame sarcini de ridicat și viteze de deplasare sporite, ajungîndu-se astfel în situația ca grinzile căilor de rulare, care au fost proiectate pentru un anumit regim de lucru, să suporte poduri rulante cu regimuri mult superioare. În felul acesta se ajunge ca un număr tot mai mare de grinzi ale căilor de rulare să suporte încărcări aduse de poduri rulante cu regim de lucru greu, ale căror efecte să nu fie prinse în calcule în totalitatea lor. Aceasta ar reprezenta una din cauzele care duc la apariția defectelor în grinzile căilor de rulare şi ca atare un factor care determină scurtarea duratei de exploatare a acestora.

Pe de altă parte, metodele clasice de calcul al grinzilor căilor de rulare, chiar în cazul podurilor rulante cu regim uşor şi mediu, prind numai efectele principale ale încărcărilor aduse de poduri. Efectele secundare ale încărcării, neluate în seamă în calculele de dimensionare, ating de multe ori valori însemnate, în unele cazuri fiind chiar hotărîtoare şi ducînd la avarierea grinzilor căilor de rulare.

În ultimul timp, atît în ţară, cît şi în străinătate, au apărut tot mai multe defecte la grinzile căilor de rulare, unele ducînd chiar la scoaterea acestora din exploatare. Au apărut defecte, atît la grinda de rulare, cît şi la cea de frînare, precum şi la elementele de prindere a acestora de stîlpi.

În ultimii 7—10 ani au fost sesizate defecte importante la grinzile căilor de rulare din hale industriale din Franţa, U.R.S.S., R.F. a Germaniei şi Anglia. Toate defectele au apărut după cîţiva ani de exploatare (4—6 ani) şi constau din fisuri la grinzile sudate şi fisurarea sau forfecarea niturilor la grinzile nituite.

După defectele apărute la grinzile căilor de rulare în Franţa şi R.F. a Germaniei [1], se constată că sînt foarte periclitate grinzile de rulare relativ scurte, care au fost calculate considerînd un singur pod în deschidere, deci acele grinzi la care presupunerile calculului static sînt foarte des satisfăcute în timpul exploatării. Cu mult mai rezistente s-au dovedit grinzile căilor de rulare cu deschideri mai mari, pentru calculul cărora s-au considerat două sau mai multe poduri în deschidere şi deci presupunerile calculului static sînt mai rar satisfăcute.

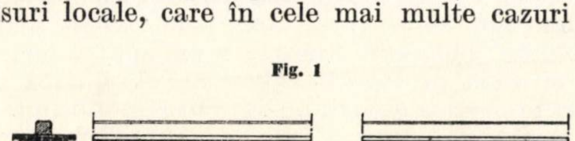
Rezultă că şi ipotezele de calcul luate în considerare reprezintă un factor care poate duce la apariţia defectelor la grinzile căilor de rulare.

În cele ce urmează se vor analiza aceşti factori şi se vor pune în evidenţă defectele apărute, cauzele lor şi se vor trage concluziile menite să ducă la mărirea duratei de exploatare a grinzilor căilor de rulare.

II. DEFECTE APĂRUTE LA GRINDA DE RULARE

Din experienţa exploatării halelor industriale cu regim greu de lucru [2] se constată că după patru pînă la şase ani de lucru, în grinzile căilor de rulare apar primele defecte, cum ar fi fisuri locale, care în cele mai multe cazuri se dezvoltă rapid şi duc uneori chiar la scoaterea din exploatare.

Fig. 1



La grinzile sudate ale căilor de rulare apar, în majoritatea cazurilor, fisuri în zona superioară a grinzii. Fisurile pornesc, în general, din cusătura de sudură care leagă talpa superioară de inimă sau din zona influenţată termic şi foarte adesea, aceste fisuri continuă în materialul de bază al inimii sau al tălpii grinzii, ajungînd uneori la lungimi de ordinul metrilor. Aceste fisuri apar în panourile centrale ale grinzii, între nervurile de rigidizare, aşa cum se vede din figura 1 *a*, continuînd pe sub rigidizări, în panourile din zona reazemului, aşa cum rezultă din figura 1 *b*.

La grinzile căilor de rulare realizate în soluţie nituită apar fisuri în cornierele de prindere a tălpii superioare de inimă. Ele progresează de-a lungul liniei niturilor de cap, aşa cum se vede în figura 2.

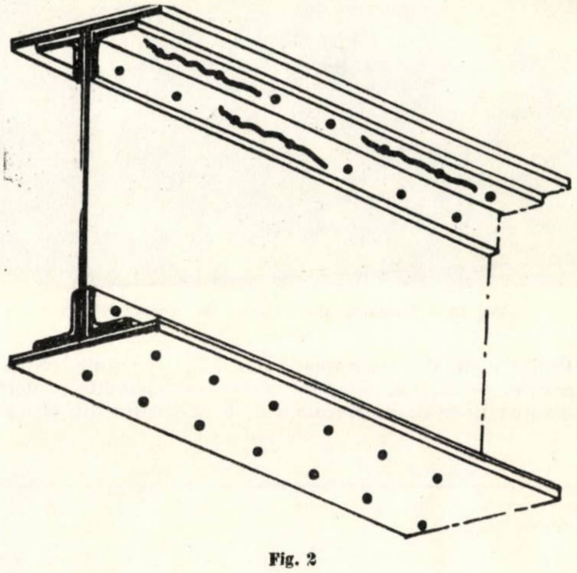
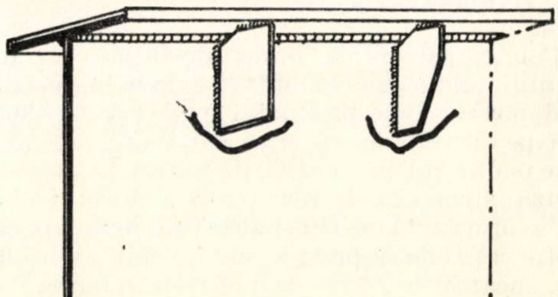


Fig. 2

Pe lîngă fisuri, la grinzile nituite mai apar deteriorări ale elementelor de îmbinare. Forfecarea niturilor de cap apare mai frecvent ca a celor de gît. Cu toate acestea, la grinzile căilor de rulare realizate în variantă nituită, defectele apar ceva mai tîrziu decît la grinzile sudate.

Fig. 3



În inima grinzilor sudate apar fisuri în zona unde se termină rigidizările scurte (fig. 3), cînd acestea nu merg pînă la rigidizările orizontale sau cînd cele din urmă lipsesc.

De asemenea, apar fisuri şi în talpa superioară, mai ales atunci cînd şina de tip special este sudată de grindă. În figura 4 [3] este arătată o fisură în talpa superioară în zona de prindere a şinei.

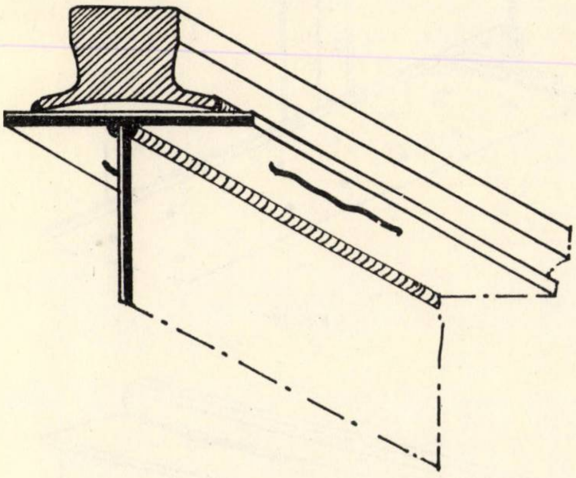


Fig. 4

Dacă talpa superioară se realizează din mai multe platbande, atunci apar frecvent fisuri în cusăturile de prindere dintre acestea (fig. 5).

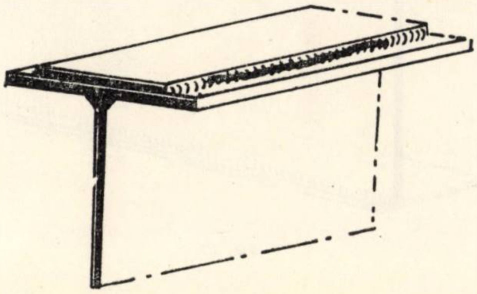
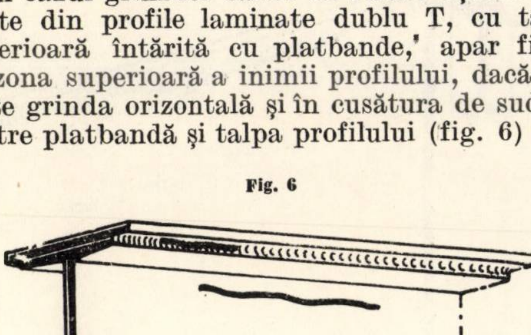


Fig. 5

În cazul grinzilor căilor de rulare uşoare realizate din profile laminate dublu T, cu talpa superioară întărită cu platbande, apar fisuri în zona superioară a inimii profilului, dacă lipseşte grinda orizontală şi în cusătura de sudură dintre platbandă şi talpa profilului (fig. 6) [4].

Fig. 6



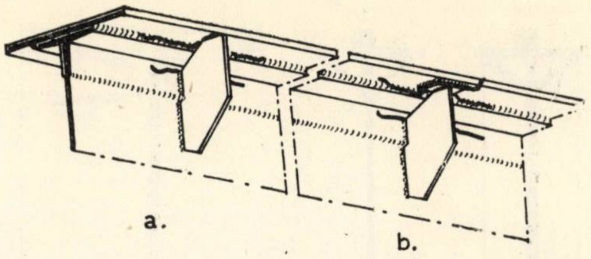


Fig. 7

La grinzile căilor de rulare la care s-a intercalat un cup între talpa superioară şi inima grinzii (fig. 7) au apărut fisuri în sudurile de prindere a tălpii grinzii de cup. Punctele de plecare ale fisurilor au apărut de multe ori în părţile grinzii, în care rigidizările verticale ating talpa superioară (fig. 7*a*) [1]. Sudarea directă a rigidizărilor de talpa superioară s-a arătat foarte defavorabilă, dar şi folosirea penelor sudate uşor de talpa superioară a dus în multe cazuri la formarea de fisuri (fig. 7*b*), care au continuat chiar în talpa superioară.

La grinzile de rulare mai puternic solicitate, a căror talpă superioară are o rigiditate mai mare la răsucire, defectele care apar sînt în funcţie de modul de alcătuire constructivă a tălpii.

În figura 8 este arătată o grindă la care s-a intercalat un cornier cu aripi egale între talpa superioară şi inima grinzii. La această grindă au apărut fisuri în cordoanele de sudură dintre talpa superioară şi aripile cornierului, care au continuat şi în materialul de bază al cornierului. Au apărut fisuri şi în talpa superioară, sub şina căii de rulare, aşa cum se vede din figura 8.

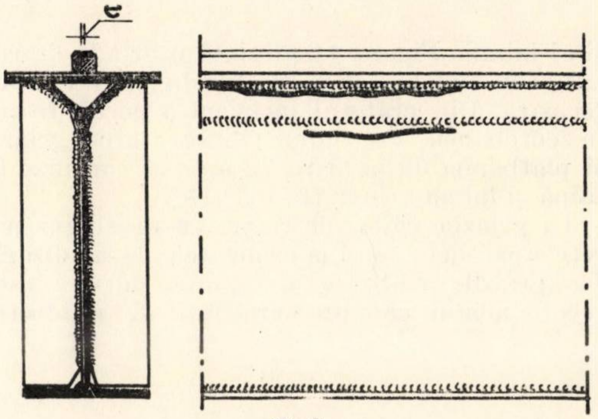


Fig. 8

În figura 9 se arată o grindă la care talpa superioară a fost întărită cu platbande aşezate oblic. Acest tip de grindă se comportă mai bine decît cele prezentate anterior, dar şi la ele, după 6—7 ani de exploatare, au apărut fisuri mai ales în rigidizările de reazem, în zona de prindere a acestora de lamelele înclinate (fig. 9 *a*). Local, au mai fost sesizate fisuri în inima grinzii în apropierea cordoanelor de sudură cu care se prind lamelele înclinate de inima grinzii (fig. 9 *b*).

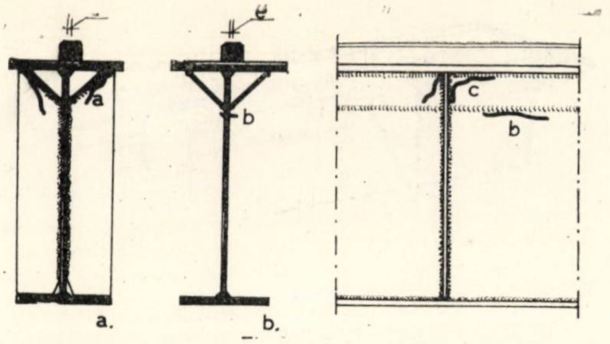


Fig. 9

Defecte la grinda căii de rulare au apărut și în zona tălpii inferioare. În figura 10 este prezentată o grindă de rulare la care rigidizările transversale au fost sudate și de talpa inferioară. Fisura a pornit din zona influențată termic, progresînd în materialul de bază al tălpii

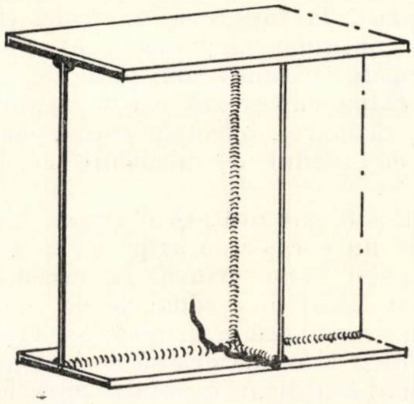
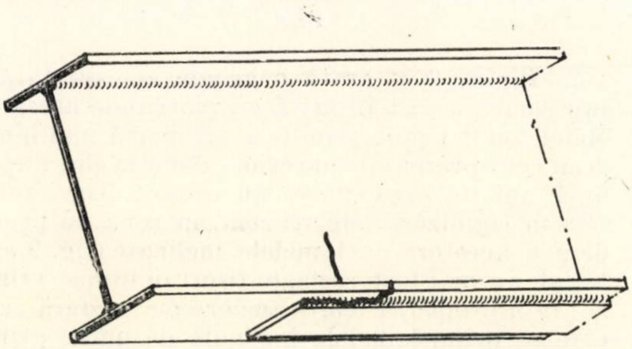


Fig. 10

și al inimii. Figura 11 prezintă o grindă de rulare consolidată cu o platbandă la talpa inferioară. Din craterul incipient a pornit fisura în cordoanele de sudură dintre talpa grinzii și platbanda de întărire, ca apoi să continue în talpă și inima grinzii (fig. 11) [5].

La grinzile căilor de rulare cu un singur perete apar defecte și la elementele de rigidizare. La grinzile realizate în soluție nituită este recomandabil ca sub cornierele de rigidizare

Fig. 11



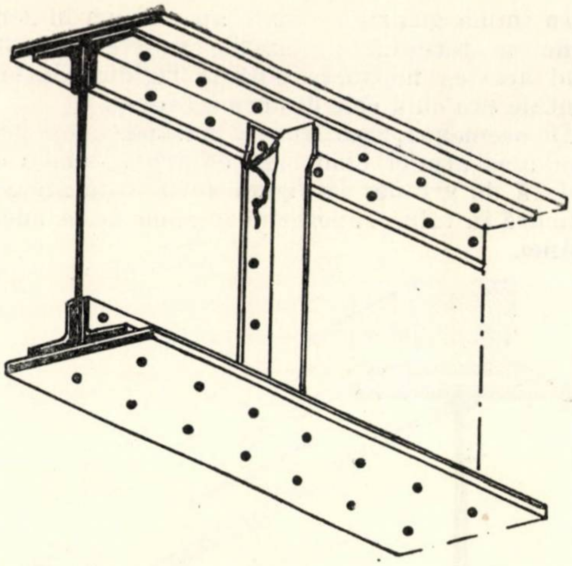


Fig. 12

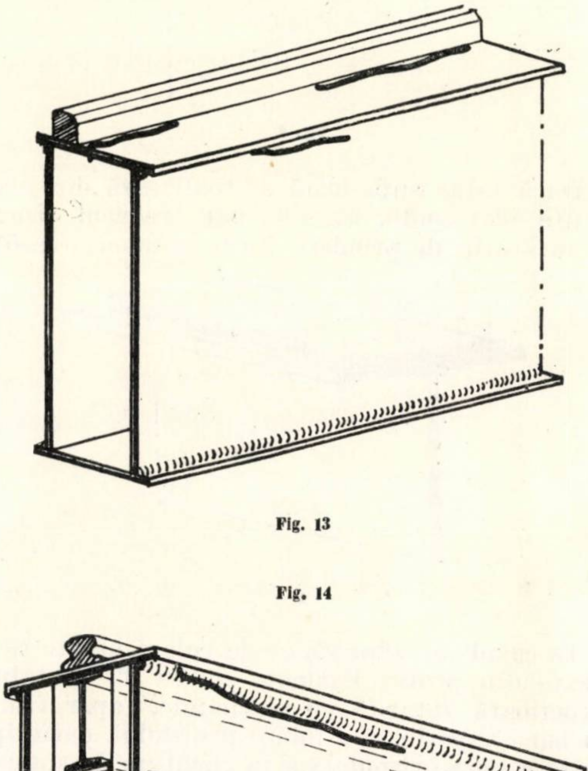
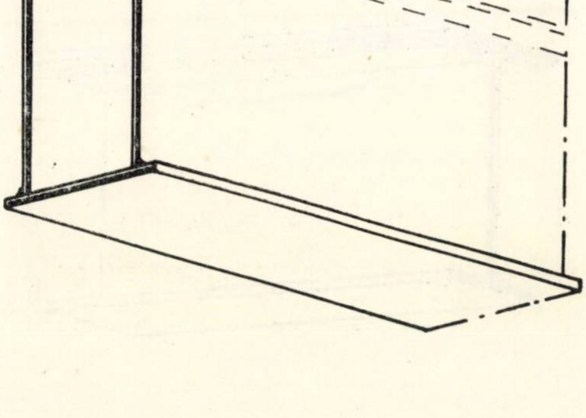


Fig. 13

Fig. 14



să se plaseze cîte o fururǎ, evitînd epolarea acestora. Din cauza epolării, în cornierele de rigidizare apar fisuri, aşa cum se vede în figura 12.

La grinzile căilor de rulare realizate cu secţiune cheson apar defecte ca : fisuri în cordoanele de sudură dintre inimi şi talpa superioară, fisuri în talpa superioară (fig. 13 şi 14).

În talpa superioară a grinzii cheson (fig. 13) pot apărea fisuri longitudinale care să atingă lungimi de ordinul metrilor.

La grinzile cheson, cusăturile de sudură cu care se prind diafragmele de talpa superioară lucrează în condiţii foarte grele şi de aceea se fisurează foarte des.

III. DEFECTE APĂRUTE LA GRINDA DE FRÎNARE

Principalele defecte ale grinzii de frînare apar în zona de prindere a acesteia de talpa superioară a grinzii căii de rulare, precum şi în zona de prindere de stîlpi. În aceste zone, la grinzile sudate apar fisuri în cordoanele de sudură (fig. 15), iar la grinzile nituite fisurile pleacă de la slăbirile provocate de găurile de nit (fig. 16).

Adesea apar fisuri în talpa grinzii de frînare care este şi talpă a grinzii de rulare, fiind provocate de găurile de prindere a şinelor, iar în talpa exterioară, fisurile sînt amorsate de găurile practicate în grinda de frînare pentru trecerea unor conducte cu scop tehnologic, aşa cum se vede din figura 17.

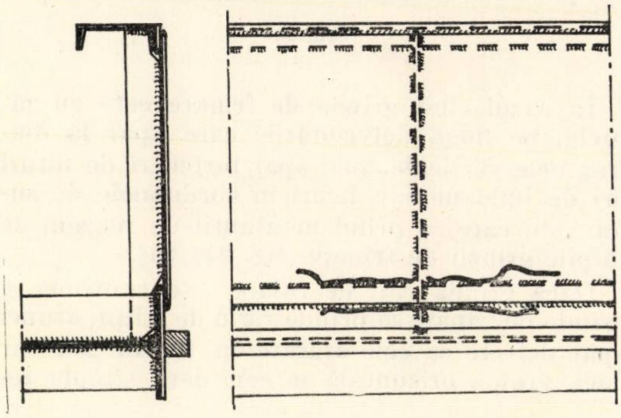
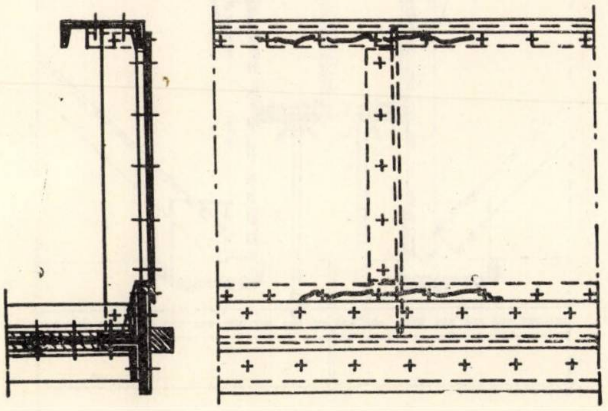


Fig. 15

Fig. 16


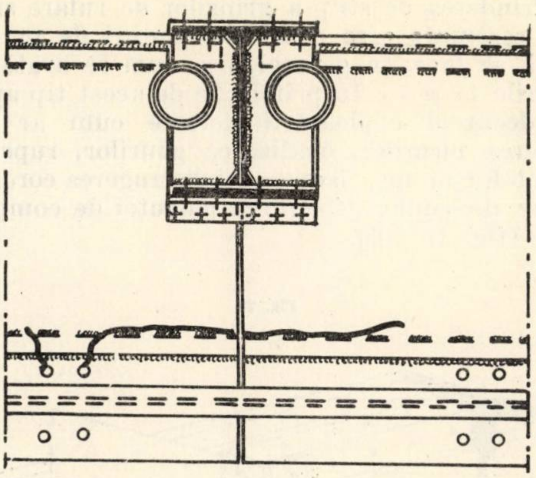


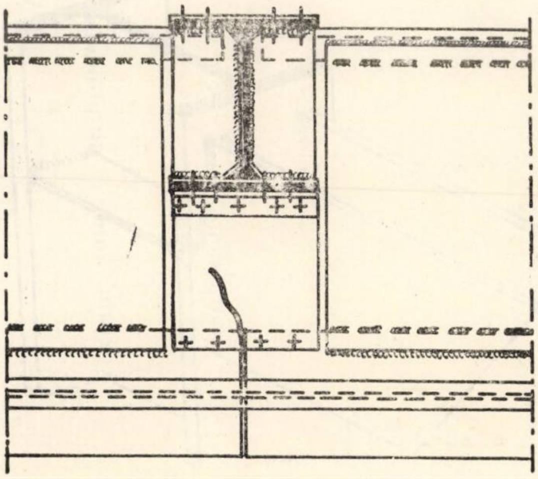
Fig. 17

În cazul cînd grinda de frînare este realizată ca grindă cu zăbrele, defectele care apar constau, în majoritate, din fisuri în cordoanele de sudură sau forfecări de nituri în nodurile dispuse pe talpa grinzii căii de rulare.

Alte defecte care mai pot să apară sînt de tipul celor arătate la grinda de rulare.

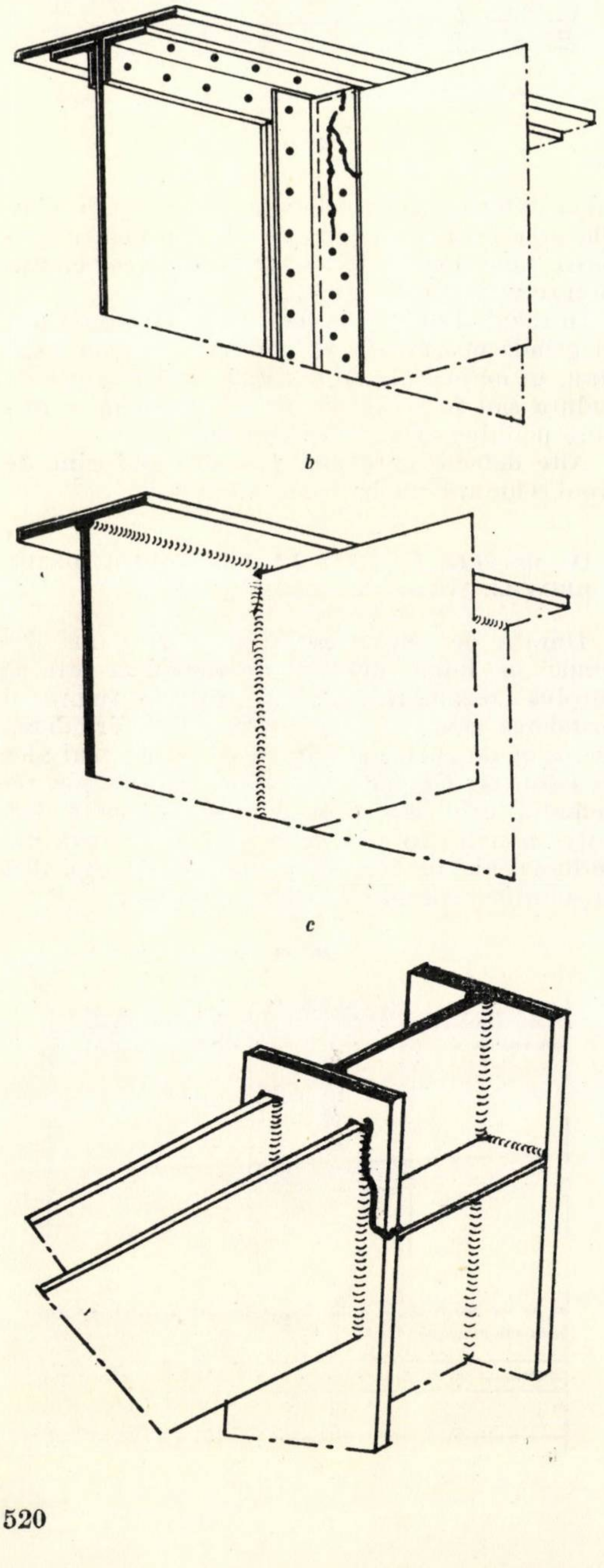
IV. DEFECTE APĂRUTE LA LEGĂTURILE DINTRE GRINZILE CĂILOR DE RULARE ŞI STÎLPI

Durata de exploatare a acestor grinzi depinde în bună măsură de modul în care se rezolvă rezemarea grinzii căii de rulare şi prinderea grinzii de frînare pe stîlpi. Prinderea grinzilor de rulare şi frînare de stîlpi, mai ales în cazul cînd grinda de rulare este simplu rezemată, este cea mai supusă deteriorărilor. Într-un mare număr de cazuri se observă deteriorări ale prinderilor grinzilor de stîlpi atît la soluţiile sudate, cît şi la cele nituite.

Fig. 18


Prinderea de stîlp a grinzilor de rulare simplu rezemate care deservesc poduri de putere mică se face, în general, aşa cum se arată în figurile 17 şi 18. În prinderile de acest tip apar în decursul exploatării defecte cum ar fi : slăbirea niturilor, ovalizarea găurilor, ruperea capetelor de nit, fisurarea şi distrugerea cordoanelor de sudură, fisurarea plăcuţei de completare (fig. 18) [6].

Fig. 19



În cazul grinzilor mai solicitate se obişnuieşte să se folosească şi diafragme simple sau duble pentru prinderea lor de stîlpi. La acest tip de prindere se produc slăbiri de nituri ori buloane sau fisuri în cusăturile de sudură, cu ajutorul cărora se prind diafragmele de inima grinzilor de rulare şi de stîlpi. Adesea, fisurile progresează în cornierele de prindere a diafragmelor, în diafragme, în talpa stîlpului sau în inima grinzii chiar, aşa cum se vede din figura 19 *a*, *b*, *c*.

Dacă grinda de frînare are inimă plină şi se prinde rigid de stîlpi, atunci apar foarte des fisuri în zona de prindere (fig. 20).

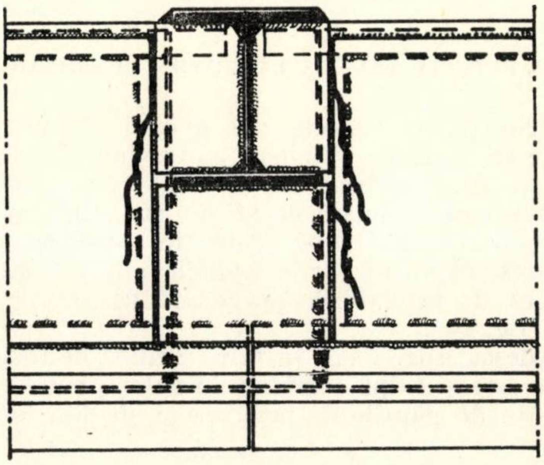
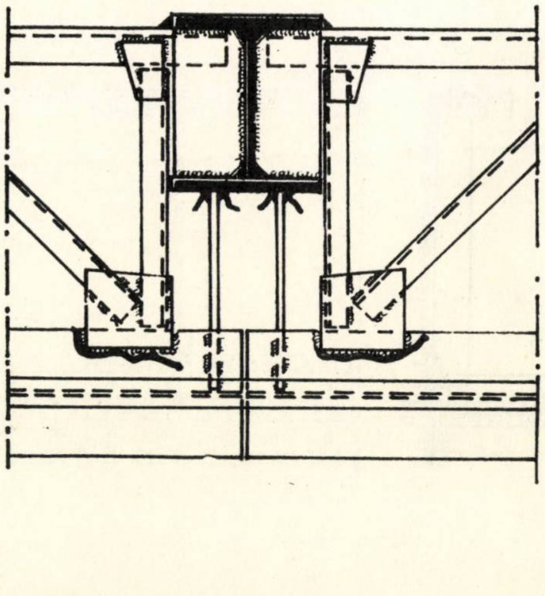


Fig. 20

În cazul cînd grinda de frînare este cu zăbrele, pe lîngă deteriorările care apar la diafragmele verticale, mai apar forfecări de nituri ori de buloane sau fisuri în cordoanele de sudură cu care se prind montanţii de reazem de tălpile grinzii de frînare (fig. 21) [6].

Dacă grinda căii de rulare este continuă şi grinda de frînare se prinde rigid de stîlpi, atunci apar defecte ca cele arătate în figura 20, iar dacă grinda orizontală se consideră simplu re-

Fig. 21



zemată, atunci apar fisuri în diafragmele orizontale, defecte în elementele de prindere (buloane, nituri, sudură) a acesteia de stîlpi.

V. DEFECTE APĂRUTE LA ŞINE ŞI LA LEGĂTURILE DINTRE ŞINĂ ŞI GRINDA DE RULARE

Tipurile dispozitivelor de prindere a şinelor căilor de rulare se aleg de cele mai multe ori arbitrar, fără a efectua un calcul care să ţină seamă de toate efectele încărcării şi de regimul de lucru al podului rulant. Uneori, chiar numai erorile admise duc la defectarea rapidă a elementelor de prindere, mai ales la podurile rulante cu regim de lucru greu şi foarte greu.

Defectele cele mai des întîlnite la şine constau din : uzura laterală a ciupercii şinei (fig. 22) [7], distrugerea capetelor în îmbinări, fisuri în inima profilului de şină C.F., în zona găurilor de prindere cu cîrlige de talpă (fig. 23) [8].

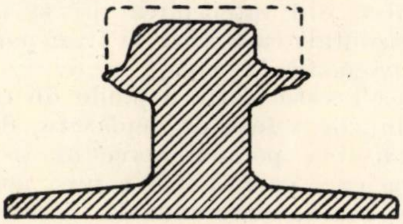


Fig. 22

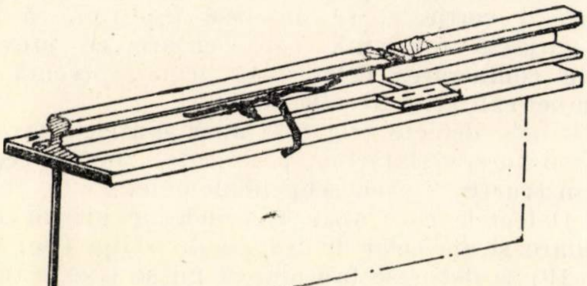
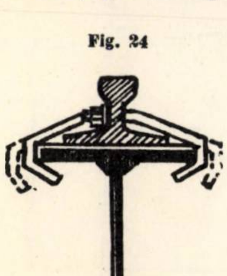


Fig. 23

Ca tipuri de elemente de prindere a şinelor de grinzile de rulare se cunosc mai multe sisteme, începînd cu buloane îndoite terminate cu cioc, pînă la prinderea şinelor cu dispozitive speciale [8].

Fig. 24



Prinderea cu buloane îndoite (fig. 24) se defectează uşor. Buloanele se îndreaptă, se alungesc şi adesea se rup. La prinderea şinelor cu plăcuţe plane sau cu plăcuţe cu arcuire apar întinderi în buloanele de prindere, iar uneori se slăbesc şi se desfac piuliţele şi se distruge filetul buloanelor de prindere (fig. 25 *a*, *b*).

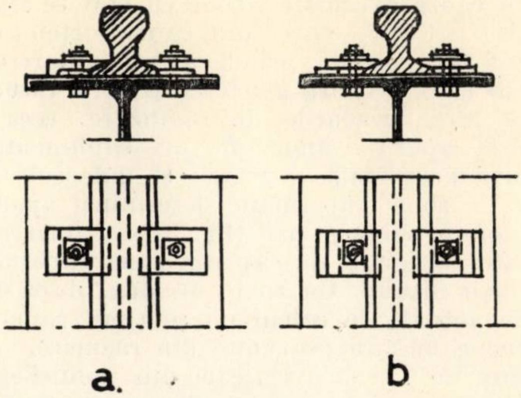


Fig. 25

In cazul podurilor de capacitate mai mică, unde şina se poate prinde direct de talpa grinzii de rulare prin cordoane de sudură, apar fisuri în aceste cordoane, care uneori progresează şi în talpa grinzii.

VI. CAUZELE CARE DETERMINĂ APARIŢIA DEFECTELOR

Analiza caracterului defectelor arătate în paragrafele precedente şi a calculelor care au stat la baza proiectării acestor elemente permite să se scoată în evidenţă cauzele care au dus la aceste defecte.

Defectele care au apărut în zona tălpii superioare, ca : fisuri în cordoanele de sudură şi în materialul de bază (fig. 1), fisuri în cornierele de prindere a tălpii de inimă, forfecări de nituri (fig. 2) etc., sînt consecinţe ale acţiunii continue a forţelor verticale mari aduse de podurile rulante. Cu toate că în majoritatea cazurilor forţele verticale aduse de podurile rulante se pot determina suficient de exact, totuşi sînt cazuri cînd forţele luate în calcul sînt depăşite cu mult de forţele verticale reale aduse de roţile podului. Aceasta se întîmplă mai ales la poduri cu deschidere mare şi lăţime mică, deci la poduri cu zvelteţe mare.

Forţele verticale din podurile rulante se aplică cu o excentricitate admisă de ± 15 mm [19] sau de pînă la 1/4 din lăţimea şinei [10], faţă de axa verticală a grinzii căii de rulare. În realitate, mărimea excentricităţii reale poate atinge valori mult mai mari decît cele admise, ajungînd pînă la ± 40 mm. Pe de altă parte, încărcarea de pe roată nu cade exact pe axa şinei de rulare şi în acest caz excentricitatea poate ajunge la 5–7 mm, iar din cauza asperităţilor de pe talpa şinei şi de pe faţa superioară a tălpii grinzii, încărcarea se transmite de la şină la talpă prin zone de contact local, fapt care poate mări excentricitatea relativă a încărcării faţă de axa inimii grinzii şi mai mult, ajungînd la ± 45–50 mm.

Din cauza excentricităţilor cu care se aplică forţele verticale, cît şi din cauza forţelor orizontale transversale, grinda căii de rulare este supusă la o răsucire generală şi la o răsucire locală între nervurile de rigidizare, ceea ce duce la apariţia unor eforturi suplimentare. Răsucirea generală a grinzii şi îndeosebi cea locală a zonei superioare determină apariţia fisurilor în inima grinzii (fig. 3) sau forfecarea niturilor de gît şi de cap din zona superioară a grinzii nituite. Cu toate acestea, după metodele actuale de calcul nu se ţine seamă de eforturile unitare provenite din răsucire.

Datorită forţelor verticale din podurile rulante, în inima grinzii de rulare apar tensiuni locale importante, care pot atinge valori mari în dreptul joantelor şinelor de rulare, mai ales dacă acestea prezintă ştirbituri (fig. 23). Din această cauză, în inima grinzii de rulare pot apărea fisuri, îndeosebi în zonele cu concentrări de eforturi. Aşa se explică, de exemplu, fisura din figura 3, care se datoreşte atît răsucirii locale, cît şi concentrării de tensiuni din zona de la capătul cusăturilor nervurii.

Avînd în vedere caracterul periodic al tensiunilor locale, care se suprapun peste starea de tensiune din încovoiere (σ) şi tăiere (τ), fisurile care apar în zona superioară a grinzii, talpă şi inimă, sînt o consecinţă a oboselii materialului (fig. 4). Din cauza oboselii materialului, cît şi din cauza încovoierii locale, apar fisuri în cordoanele de sudură dintre platbandele tălpii superioare (fig. 5).

Pentru a preveni apariţia defectelor pretimpurii la grinzile căilor de rulare trebuie luat în considerare fenomenul de oboseală şi realizate suduri de calitate, care să nu fie cauza unor concentrări de tensiuni.

Defectele arătate în figurile 6—10 se datoresc stării de tensiune complexe din ansamblul tălpii superioare. Datorită concentrării de tensiuni şi oboselii materialului, s-a desprins platbanda de consolidare a grinzii căii de rulare, care greşit a fost prinsă numai cu cordoane laterale. Fisura a pornit din craterul incipient, mergînd pe cordoanele de sudură pînă în secţiunea în care în grindă s-a atins capacitatea de rezistenţă, iar de acolo a înaintat în materialul de bază al tălpii şi inimii (fig. 11).

Defectul din figura 12 se datoreşte concentrării de tensiune în zona superioară a epolmentului, care face să scadă rezistenţa la oboseală a materialului.

Cu toate că grinzile cu doi pereţi se comportă mai bine în exploatare, mai ales în cazul podurilor rulante cu regim foarte greu, totuşi şi aici apar defecte (fig. 13 şi 14). Aceste defecte se datoresc, în general, execuţiei slabe. Majoritatea grinzilor cheson se realizează cu cusături de colţ. Or, se ştie că acest tip de cusătură se comportă slab la oboseală.

Complexul de cauze descris arată condiţiile grele de lucru ale părţii superioare a grinzii căii de rulare, care determină apariţia defectelor. La grinzile sudate, în aceste condiţii apar tensiuni remanente şi concentrări de tensiuni din procesul de sudare şi astfel este favorizată apariţia fisurilor şi a defectelor.

Majoritatea defectelor care apar la grinzile orizontale de frînare (fig. 15 şi 16) se datoresc faptului că nu se cunosc în măsură suficientă forţele orizontale care încarcă aceste grinzi.

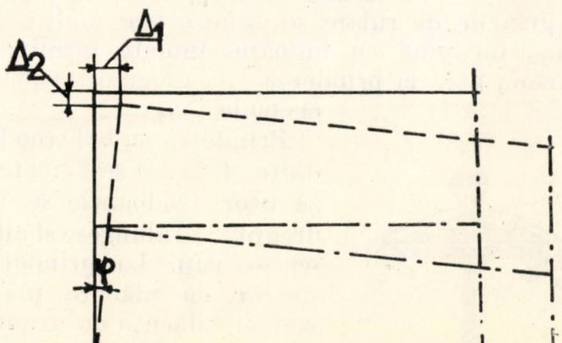
Dacă forţele verticale din poduri se determină suficient de exact, atunci forţele orizontale se determină mult prea aproximativ. Forţele orizontale care se transmit de la pod la grinda de frînare se determină destul de convenţional, prin înmulţirea forţelor de frînare a căruciorului cu un coeficient α, a cărui mărime variază de la 1,0 la 2,5 (după normele româneşti). Dar, în afara forţelor provocate de frînarea căruciorului, pe grinzile de frînare se mai transmit forţe provenite din denivelarea podului, din înţepenirea lui şi mai ales forţele orizontale care apar la transportul sarcinii în diagonală [1] etc.

Mărimea acestor forţe depinde de construcţia podului, de viteza de deplasare, de starea căii, rigiditatea podului, precum şi de alţi factori, pe care coeficientul α nu-i poate acoperi. De aceea, determinarea convenţională a forţelor transversale orizontale nu reflectă mărimea lor reală. Aşa se ajunge ca, de multe ori, forţele orizontale luate în considerare să fie, în realitate, depăşite de cîteva ori, lucru care duce la defecte şi avarii. Alte cauze care favorizează apariţia defectelor, mai ales în zona de îmbinare a grinzii orizontale cu talpa grinzii verticale, se datoresc faptului că se neglijează tensiunile suplimentare ce provin din conlucrarea celor două grinzi, precum şi slabei calităţi a acestei îmbinări.

Unele defecte (fig. 17) apar mai rar şi ele se datoresc slăbirilor practicate, fie cu scop constructiv, fie cu scop tehnologic.

Defectele care apar la prinderile grinzii de rulare şi ale celei de frînare de stîlpi (fig. 18 şi 19) se datoresc faptului că nu se ţine seamă de deformaţiile acestor grinzi în dreptul secţiunii de reazem. În cazul grinzii căii de rulare simplu rezemată, din încovoiere în planul ver-

Fig. 26



tical, secțiunea de pe reazem se rotește cu unghiul φ. Din această cauză capetele tălpii superioare se deplasează în direcție orizontală cu mărimea Δ_1 (fig. 26).

În afară de aceasta, secțiunea de reazem a grinzii, sub acțiunea reacțiunii verticale, se deformează elastic și talpa superioară a grinzii se deplasează pe verticală cu mărimea Δ_2. Aceste deformații pot introduce eforturi mari în diafragmele orizontale și verticale, care să ducă la apariția defectelor de tipul celor arătate în figurile 18 și 19 *a*, *b*, *c*.

În calculele de proiectare, grinda de frînare se consideră simplu rezemată, iar prin prinderea ei de stîlp se realizează o încastrare parțială (fig. 20). Din această cauză, tensiunile suplimentare datorite momentelor de pe reazem duc la distrugerea prinderii.

Analiza distrugerii diferitelor prinderi și observarea dezvoltării lor confirmă cele arătate mai sus și scot în evidență necesitatea îmbunătățirii calculului prinderilor pe baza condițiilor reale de lucru ale grinzilor de rulare și de frînare.

Defectele șinelor de rulare și ale prinderilor acestora de talpa grinzii reprezintă de multe ori cauza unor defecte în grinda de rulare sau de frînare. De aceea trebuie analizate cauzele care produc defectele șinelor și ale dispozitivelor de prindere.

Uzura laterală a ciupercii șinei (fig. 22) se produce ca urmare a unei prelucrări necorespunzătoare a șinei, a unor toleranțe de montaj depășite, cît și jocului mare al roților podului. Defecte, ca știrbituri ale capetelor șinelor (fig. 23), sînt foarte frecvente și se datoresc șocului produs de roțile podului.

Prinderea șinelor (tip C.F.) cu ajutorul cîrligelor sau a șinelor speciale de pod rulant (K.P.) cu plăcuțe și buloane se deteriorează din cauza acțiunii repetate a forțelor orizontale. Cîrligele se dezdoaie (fig. 24), buloanele se alungesc, piulițele se slăbesc și adesea se rup (fig. 25). Ruperea se produce, de obicei, prin zona slăbită a filetului. În cazul cînd șina este sudată de talpa grinzii, apar, din aceleași cauze, fisuri în cordoanele de sudură.

Marea varietate de defecte apărute la elementele ansamblului grinzilor de rulare se datoresc și faptului că metodele de calcul folosite nu au ținut seama de conlucrarea și comportarea reală a ansamblului și nici nu au considerat toate efectele încărcărilor aduse de podurile rulante. Aceste efecte secundare, așa cum s-a văzut, se pare că reprezintă cauzele principale ale apariției defectelor la grinzile căilor de rulare.

În unele cazuri, defectele au fost cauzate și de alegerea necorespunzătoare a materialului de bază și de adaos. S-au folosit oțeluri necalmate pentru construcția grinzilor de rulare, care au favorizat apariția defectelor în zonele sudurilor. Defecte ca : pori, incluziuni, mușcături etc., reprezintă puncte de concentrare de tensiuni și de amorsare a fisurilor. De aici rezultă și importanța prelucrării și mai ales calitatea sudurilor, pentru prelungirea duratei de exploatare a grinzilor căilor de rulare

VII. CONCLUZII

Din analiza defectelor prezentate și a cauzelor care le-au provocat se pot trage următoarele concluzii importante pe baza cărora să se ajungă la mărirea duratei de funcționare și creșterea siguranței în exploatarea grinzilor căilor de rulare :

a) Forțele verticale aduse de roțile podurilor rulante se vor determina după STAS 800—68, iar în cazul unor poduri rulante speciale, cu zveltețe ridicată, la care ar putea avea loc o repartiție neuniformă a încărcării pe roți, se vor face determinări experimentale. Caracterul dinamic al forțelor verticale este acoperit de coeficienții dinamici dați de STAS 763—66.

b) Pentru determinarea mărimii forțelor orizontale transversale din podurile rulante cît mai apropiate de cele reale este necesar ca actualul coeficient dinamic α, dat în STAS, să fie revizuit pe baza unor studii experimentale.

c) Avînd în vedere comportarea reală a ansamblului grindă de rulare-grindă de frînare la preluarea efectelor principale și secundare ale încărcărilor aduse de podurile rulante, se consideră că este necesar ca în calculele de proiectare să se țină seama de conlucrarea celor două elemente. Prin calculul ansamblului grinzilor căilor de rulare ca bare cu pereți subțiri, cu secțiune deschisă, închisă sau mixtă, supuse la încovoiere oblică cu răsucire, s-ar putea determina starea de tensiune în orice punct al secțiunii, cu relația cunoscută :

$$\sigma = \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x + \frac{B}{J_\omega} \omega$$

și în consecință s-ar putea lua măsurile necesare pentru evitarea defectelor [12].

d) Pentru a putea prinde în calcul fenomenul de oboseală, care este cauza multor defecte, trebuie stabilit cît mai exact nivelul și mărimea tensiunilor locale (normale și tangențiale), deoarece acestea determină caracterul ciclului. În funcție de coeficientul de asimetrie a ciclului, se poate determina rezistența la oboseală a materialului din zona tălpii superioare.

e) Pentru a evita defectele din zona prinderii grinzii orizontale de grinda de rulare, pe lîngă tensiunile normale σ, se vor calcula tensiunile tangențiale cu relația cunoscută de la barele cu pereți subțiri :

$$\tau = \frac{T_y \cdot S_x}{t \cdot J_x} + \frac{T_x \cdot S_y}{t \cdot J_y} + \frac{M_t \cdot t}{J_d} + \frac{M_\omega \cdot S_\omega}{t \cdot J_\omega}.$$

f) La proiectarea prinderilor grinzilor de stîlpi trebuie să se țină seamă de comportarea lor reală. Pentru a nu se împiedica deformațiile care apar, este recomandabil ca aceste prinderi să fie elastice sau dacă se realizează rigide să se ţină seamă în calcule de eforturile care se dezvoltă în elementele de prindere.

g) Este necesar să se stabilească pe bază experimentală influenţa prinderii rigide sau elastice a şinei de talpă asupra stării de tensiune din inima grinzii de rulare.

h) Trebuie studiată forma constructivă de grindă care se pretează cel mai bine la ansamblul solicitărilor care apar, precum şi tipurile de rigidizări folosite şi influenţa lor asupra stării de tensiune.

Bibliografie

[1] Bierett G.: *Berechnung und Gestaltung der Kranbanen.* Stahl und Eisen, nr. 1–13, 1966.

[2] Kikin A.I. Vasiliev A.A.: *Issledovanie deistvitelnoi raboti metalliceskih podkranovih konstrukţii v zdaniah s tiahelim rejimom raboti. Metaliceskii konstrucţii.* Izd. lit. po stroitelstvu, Moskva, 1966

[3] Senior A.G., Gurnei T.R.: *The desingn and service life of the upper part of wlded crane girders,* The Structural engineer, vol. 4, nr. 10, 1963.

[4] Kociergova E.E.: *Puti povişenia dolgovecinosti podkranovih balok.* Promişlennoe stroitelstvo, nr. 9, 1966.

[5] Haiutin I.L.: *O nedostatkah podkranovih balok.* Promişlennoe stroitelstvo nr. 9, 1966.

[6] Simonov V.I.: *Pricini povrejdenia kreplenii podkranovih balok k kolonnam* Promişlennoe stroitelstvo, nr. 10, 1966.

[7] Loringhoven Léo de: *Torsion locale des membrures supérieures de chemins de roulement.* Construction métallique, nr. 1, 1964.

[8] Iakuşev A.M.: *Kreplenia relisov podkrani s tiajelim rejimom raboti.* Promişlennoie stroitelstvo nr. 10, 1966.

[9] * * *: S N i P, III–B.5–62.

[10] C.T.I.C.M.: *Recommandations pour le calcul et l'exécution de chemins de roulement de ponts roulants.* Construction métallique, nr. 3, 1967.

[11] Oxfort I.K.: *Beitrag zum exzentrischen Lastangriff an Krabahntregern.* Der Stahlbau, nr. 7, 1963.

[12] Mateescu D., Băluţ N.: *Efforts sur les poutres de roulement. Poutres a ame pleine et contreventement horizontal a treillis.* Construction métallique, nr. 2 1967.

[13] Loringhoven Léo de: *Poutres de chemins de roulement. Sollicitations etclassification des contraintes.* Construction métallique nr. 2, 1967.

Valori proprii şi vectori proprii la matrici simetrice de ordinul trei. Aplicaţii la determinarea formelor proprii de vibraţie

Ing. **Dragoş Teodorescu**

I. INTRODUCERE

În prezent, în calculul construcţiilor se utilizează într-o măsură din ce în ce mai mare maşinile electronice de calcul cu program, rezolvînd astfel problema volumului mare de calcule şi a preciziei lor. Dacă însă posibilităţile de lucru la calculatoarele electronice mari este încă redus, majoritatea institutelor de proiectări din ţară au în dotare maşini electronice de calcul de birou de tipul Olivetti ,,Programma 101''.

Cu ajutorul calculatorului electronic de birou ,,Programma 101'', calculator pe bază de program, se pot aborda probleme curente de proiectare din cele mai diverse domenii: construcţii, instalaţii, drumuri etc.

În calculul structurilor elastice este necesar, în foarte multe cazuri, să se determine valorile pulsaţiilor proprii şi formelor corespunzătoare, pornind de la ecuaţia pulsaţiilor proprii. În general, problema se rezolvă cu ajutorul calculatoarelor electronice mari existente (CIFA, CET 500, MECIPT, IBM 360). În multe situaţii însă, pentru structuri elastice cu trei grade de libertate dinamică sau pentru calcule orientative, preliminarii, cînd putem reduce problema la trei grade de libertate, e mult mai comod şi rapid să utilizăm calculatorul ,,Programma 101''.

Calculele manuale pentru determinarea pulsaţiilor proprii şi a formelor proprii de vibraţii, chiar pentru un sistem cu trei grade de libertate dinamică, sînt destul de dificile. În acest sens s-a întocmit un program complet pentru determinarea valorilor proprii şi a vectorilor proprii pentru matrici simetrice de ordinul trei, program care se desfăşoară pe trei piste ale cartelelor magnetice pentru calculatorul ,,Programma 101.''

II. RELAŢII DE CALCUL ŞI ÎNTOCMIREA PROGRAMULUI

Problema determinării pulsaţiilor proprii şi formelor corespunzătoare pentru structuri elastice se rezolvă pornind de la ecuaţia pulsaţiilor proprii. Ea este, în general, exprimată printr-o matrice nesimetrică şi numai în cazuri particulare, cînd masele sînt egale, printr-o matrice simetrică.

Transformarea matricii nesimetrice a pulsaţiilor proprii într-o matrice simetrică este relativ simplă, atît pentru cazul cînd se pleacă de la matricea deplasărilor unitare, cît şi a reacţiunilor unitare [1].

Pornind de la matricea deplasărilor unitare, matricea pulsaţiilor este:

$$A = \begin{pmatrix} m_1 \delta_{11} & m_2 \delta_{12} & m_3 \delta_{13} \\ m_1 \delta_{21} & m_2 \delta_{22} & m_3 \delta_{23} \\ m_1 \delta_{31} & m_2 \delta_{32} & m_3 \delta_{33} \end{pmatrix} \qquad (1)$$

Matricea simetrică se obţine din produsul de matrici:

$$A_1 = D_1 A\, D_1 =$$

$$= \begin{pmatrix} \sqrt{m_1} & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{m_2} & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{m_3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} (\delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sqrt{m_1} & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{m_2} & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{m_3} \end{pmatrix} \qquad (2)$$

$$A_1 = \begin{pmatrix} m_1 \delta_{11} & \sqrt{m_1 m_2}\, \delta_{12} & \sqrt{m_1 m_3}\, \delta_{13} \\ \sqrt{m_1 m_2}\, \delta_{21} & m_2 \delta_{22} & \sqrt{m_2 m_3}\, \delta_{23} \\ \sqrt{m_1 m_3}\, \delta_{31} & \sqrt{m_2 m_3}\, \delta_{23} & m_3 \delta_{33} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \qquad (3)$$

Ecuaţia caracteristică devine: $det\, (A_1 - \lambda I) = 0$.

În acest caz, valorile proprii ale matricii de bază (matricea pulsaţiilor proprii) sînt egale cu valorile proprii ale matricii transformate, simetrice, iar vectorii proprii se obţin prin multiplicare cu matricea inversă D_1 a vectorilor proprii ai matricii simetrice.

$$y = D_1^{-1}\, y_1 \qquad (4)$$

În concluzie, problema se reduce la determinarea valorilor proprii şi vectorilor proprii ai unei matrici simetrice (matricea A_1).

Datorită capacităţii reduse a memoriei calculatorului ,,Programma 101'', atît pentru date, cît în special pentru instrucţiuni, programul general se compune din trei subprograme, înregistrate pe trei cartele diferite (trei piste diferite).

Primul subprogram calculează coeficienţii polinomului caracteristic plecînd de la valorile elementelor matricii transformate, simetrice, a pulsaţiilor proprii (a_{11}, a_{22}, a_{33}, a_{12}, a_{13}, a_{23}).

Dezvoltînd determinantul ecuaţiei caracteristice obţinem :

$$\lambda^3 - \alpha\lambda^2 + \beta\lambda - \gamma = 0 \tag{5}$$

unde :

$$\alpha = a_{11} + a_{22} + a_{33} \tag{6}$$

$$\beta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{11} & a_{13} \\ a_{31} & a_{33} \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_{22} & a_{23} \\ a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \tag{7}$$

$$\gamma = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \tag{8}$$

Coeficienţii α, β şi γ astfel calculaţi nu sînt tipăriţi decît la intervenţia operatorului (tastînd *B*◇, *B*/◇ şi *C*◇). Ei sînt memoraţi în registrele calculatorului şi utilizaţi ca date în cel de al doilea subprogram : rezolvarea ecuáţiei caracteristice.

În acest mod, la introducerea celei de a doua cartele (al doilea subprogram) nu mai sînt necesare date de calcul. Calculatorul tipăreşte automat cele trei valori proprii ale matricii iniţiale A_1, adică pulsaţiile proprii ale structurii elastice calculate. Rezolvarea ecuaţiei de gradul trei se face, pentru una din rădăcini, prin aproximaţii succesive, folosind formula lui Newton. Celelalte două rădăcini se determină ţinînd seamă de relaţiile între rădăcini şi coeficienţi şi deci prin rezolvarea unei ecuaţii de gradul doi.

Pentru determinarea vectorilor proprii se utilizează un al treilea subprogram, care foloseşte ca date şi cele trei valori proprii calculate anterior şi memorate în registrele calculatorului. În plus, mai sînt necesare ca date iniţiale încă cinci elemente ale matricii de calcul, elemente care nu au putut fi memorate de la primul subprogram (a_{11}, a_{22}, a_{13}, a_{23}).

Componentele vectorilor proprii se determină rezolvînd sistemul omogen de ecuaţii dat de *det* $(A_1 - \lambda I) = \theta$ pentru fiecare valoare proprie în parte.

Tabela 1

POLINOMUL CARACTERISTIC

$$\lambda^3 - \alpha\lambda^2 + \beta\lambda - \gamma = 0$$

Program

Instrucţiuni de program 69

Nr. cartelei 1

Registru 1		Registru 2		Registru F		Registru E		Registru D	
1	AV	25	D / ↓	49	D×	73		97	
2	S	26	A×	50	A+	74		98	
3	B ↑	27	E/+	51	B+	75		99	
4	S	28	E/ ↕	52	B ↕	76		100	
5	B/↑	29	B ↓	53	C/↓	77		101	
6	S	30	B/×	54	A×	78		102	
7	C ↑	31	E/−	55	C×	79		103	
8	S	32	E/ ↕	56	C/ ↕	80		104	
9	C/ ↑	33	B ↓	57	D↓	81		105	
10	S	34	B/+	58	A×	82		106	
11	D ↑	35	C×	59	B/×	83		107	
12	S	36	E/+	60	C/+	84		108	
13	D/↑	37	E/ ↕	61	C/ ↕	85		109	
14	B ↓	38	D/↓	62	B ↓	86		110	
15	B/+	39	A×	63	C/−	87		111	
16	C+	40	B×	64	C ↕	88		112	
17	E ↕	41	B ↕	65	E ↓	89		113	
18	C/ ↓	42	B/↓	66	B ↕	90		114	
19	A×	43	×	67	E/↓	91		115	
20	E/ ↕	44	C×	68	B/↕	92		116	
21	D ↓	45	B−	69	V	93		117	
22	A×	46	B ↕	70		94		118	
23	E/+	47	C/↓	71		95		119	
24	E/ ↕	48	D/×	72		96		120	

Conţinut registre	
M	OPERAŢIUNI
A	OPERAŢIUNI
R	OPERAŢIUNI
b	DATE
B	DATE
c	DATE
C	DATE
d	DATE
D	DATE
e	OPERAŢIUNI
E	OPERAŢIUNI
f	PROGRAM
F	PROGRAM

Date iniţiale	Nr. max cifre
a_{11}	
a_{22}	
a_{33}	
a_{12}	
a_{13}	
a_{23}	

Constante pe cartelă		Constante pe cartelă	
	↑		↑
	↑		↑
	↑		↑

Observaţii :

Indicator de zecimale : 2—5

Calculatorul tipărește automat componentele vectorilor proprii. Pentru a determina formele proprii trebuie să facem produsul :

$$y = D_1^{-1}\, y_1 = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{m_1}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{m_2}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{m_3}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_{11} \\ y_{12} \\ y_{13} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{y_{11}}{\sqrt{m_1}} \\ \frac{y_{12}}{\sqrt{m_2}} \\ \frac{y_{13}}{\sqrt{m_3}} \end{pmatrix} \qquad (9)$$

sau

$$\begin{pmatrix} y_{11} \\ y_{12}\sqrt{\frac{m_1}{m_2}} \\ y_{13}\sqrt{\frac{m_1}{m_3}} \end{pmatrix} \qquad (10$$

III. OBSERVAȚII PRIVIND UTILIZAREA PROGRAMULUI

Programul întocmit (tabelele 1, 2 și 3) poate fi utilizat în întregime prin introducerea în calculator succesiv a celor trei subprograme (trei piste separate) și atunci se obțin valorile proprii și vectorii proprii.

Subprogramele pot fi folosite însă și individual pentru determinarea coeficienților polinomului caracteristic, a rădăcinilor ecuației de gradul trei sau a vectorilor proprii. Numărul de zecimale impus este între 2 și 5 în funcție de valoarea elementelor matricii de calcul. Problema este ceva mai delicată în cazul subprogramului doi (rezolvarea ecuației caracteristice), unde un număr mare de zecimale impus poate duce la o durată mare de lucru pentru obținerea uneia din rădăcinile ecuației. În acest caz se comută indicatorul de zecimale, reducîndu-se numărul acestora. Se recomandă însă ca numărul de zecimale cerut să fie cel strict necesar exactității întregii probleme de calcul.

Tabela 2

Program

VALORI PROPRII

Instrucțiuni de program 74

Nr. cartelei 2

Registru 1		Registru 2		Registru F		Registru E		Registru D	
1	AV	25	D/−	49	/ ◇	73	S	97	
2	B↓	26	C/↕	50	C/◇	74	V	98	
3	A/↑	27	D↓	51	B↓	75		99	
4	D/↕	28	A×	52	C/−	76		100	
5	:	29	B×	53	A/↑	77		101	
6	C/↕	30	D/↕	54	D/↑	78		102	
7	A/W	31	D↓	55	:	79		103	
8	A/V	32	A×	56	B↕	80		104	
9	C/↓	33	D×	57	C↓	81		105	
10	D↕	34	A+	58	C/ :	82		106	
11	D↓	35	D/−	59	C↕	83		107	
12	A×	36	D/↕	60	B↓	84		108	
13	A/↑	37	C↓	61	A×	85		109	
14	D/↕	38	D/+	62	C−	86		110	
15	×	39	C/ :	63	A √	87		111	
16	C/↕	40	C/↕	64	C↕	88		112	
17	B/↓	41	C/↓	65	B↓	89		113	
18	C/+	42	D −	66	C+	90		114	
19	C/↕	43	R −	67	A◇	91		115	
20	B↓	44	↓	68	B/↕	92		116	
21	D×	45	R−	69	B↓	93		117	
22	A+	46	/V	70	C−	94		118	
23	D/↕	47	A↕	71	A ◇	95		119	
24	C/↕	48	/W	72	B↕	96		120	

Constante pe cartelă		Constante pe cartelă	
	↑		↑
	↑		↑
	↑		↑

Observații :

Indicator de zecimale : 2−5

Conținut registre	
M	OPERAȚIUNI
A	OPERAȚIUNI
R	OPERAȚIUNI
b	λ_1
B	λ_2
c	OPERAȚIUNI
C	λ_3
d	OPERAȚIUNI
D	OPERAȚIUNI
e	OPERAȚIUNI
E	PROGRAM
f	PROGRAM
F	PROGRAM

Date inițiale	Nr. max cifre

Tabela 3

Program

VECTORI PROPRII

Instrucţiuni de program 95

Nr. cartelei 3

Registru 1		Registru 2		Registru F		Registru E		Registru D	
1	A V	25	F –	49	S	73	S	97	
2	S	26	D ×	50	S	74	S	98	
3	F ↑	27	E ↕	51	S	75	S	99	
4	S	28	↕	52	S	76	S	100	
5	F/ ↑	29	D/ ↓	53	S	77	S	101	
6	S	30	×	54	S	78	S	102	
7	E ↑	31	↕	55	S	79	S	103	
8	S	32	E ↕	56	S	80	S	104	
9	D/ ↑	33	+	57	A Y	81	A W	105	
10	S	34	C :	58	B ↓	82	A ↕	106	
11	D ↑	35	C ↕	59	Z	83	/V	107	
12	B Y	36	/ ◇	60	S	84	B ↓	108	
13	E ↓	37	A :	61	S	85	A ↕	109	
14	D ×	38	A ◇	62	S	86	/W	110	
15	C ↕	39	C ◇	63	S	87	S	111	
16	D/ ↓	40	E ↓	64	S	88	A/W	112	
17	F/×	41	C ×	65	S	89	B ✻	113	
18	C –	42	C ↕	66	S	90	C Y	114	
19	C ↕	43	B/ ↓	67	S	91	A /V	115	
20	D/ ↓	44	F –	68	A Z	92	C/ ↓	116	
21	B/×	45	C –	69	B/ ↕	93	B ↕	117	
22	C –	46	D / :	70	C/ ↓	94	C/✻	118	
23	C ↕	47	A ◇	71	W	95	C Y	119	
24	B/ ↓	48	Y	72	S	96		120	

Conţinut registre	
M	OPERAŢIUNI
A	OPERAŢIUNI
R	OPERAŢIUNI
b	OPERAŢIUNI
B	OPERAŢIUNI
c	OPERAŢIUNI
C	OPERAŢIUNI
d	DATE
D	DATE
e	PROGRAM
E	PROGRAM–DATE
f	PROGRAM–DATE
F	PROGRAM–DATE

Date iniţiale	Nr. max cifre
a_{11}	
a_{22}	
a_{12}	
a_{13}	
a_{23}	

Constante pe cartelă		Constante pe cartelă	
	↑		↑
	↑		↑
	↑		↑

Observaţii :

Indicator de zecimale : 2–5

O altă soluţie este aceea de a mări sau micşora matricea de calcul (A_1) prin înmulţirea elementelor ei cu un coeficient constant, mai mare sau mai mic ca unitatea.

Noua matrice de calcul obţinută este :

$$A_2 = cA_1 \tag{11}$$

Valorile proprii ale matricii iniţiale A_1 sînt egale cu valorile proprii ale matricii modificate A_2, împărţite la c.

$$A_1 y_1 = \lambda y_1 \tag{12}$$

$$A_2 x = \mu x \tag{13}$$

Înlocuind matricea A_2 în (13) obţinem :

$$cA_1 x = \mu x$$

sau

$$A_1 x = \frac{\mu}{c} x \tag{14}$$

Din compararea relaţiilor (12) cu (14) rezultă

$$\left.\begin{aligned} \lambda &= \frac{\mu}{c} \\ y_1 &= x \end{aligned}\right. \tag{15}$$

Vectorii proprii nu se modifică prin transformarea matricii A_1 în A_2.

Exemplu de calcul

Determinarea valorilor proprii şi vectorilor proprii ai matricii :

$$\begin{pmatrix} 63{,}70 & 34{,}72 & 10{,}04 \\ 34{,}72 & 25{,}00 & 7{,}50 \\ 10{,}04 & 7{,}50 & 3{,}00 \end{pmatrix}$$

Operaţii :
Indicator de zecimale la 4.

1. Se apasă clapa de pornire.
2. Se scot afară tastele „INREG. PROGR." şi „STAMPA PR".
3. Se apasă clapa anulator general.
4. Se introduce cartela PISTA I (subprogramul pentru calculul coeficienţilor polinomului caracteristic).
5. Se apasă *V*.
6. Se tastează în ordine :

	V
$a_{11} - S$	63,70 *S*
$a_{22} - S$	25,00 *S*
$a_{33} - S$	3,00 *S*
$a_{12} - S$	34,72 *S*
$a_{13} - S$	10,04 *S*
$a_{23} - S$	7,50 *S*

(Dacă dorim să cunoaştem valorile coeficienţilor polinomului caracteristic tastăm în ordine B◇, B/◇, C◇).

7. Se introduce cartela PISTA II (subprogramul pentru rezolvarea ecuaţiei caracteristice).
8. Se apasă *V*.
9. Calculatoul tipăreşte valorile proprii :

V

5,0742 *C*/◇
85,9684 *A* ◇
0,6574 *A* ◇

10. Se introduce cartela PISTA III (subprogramul pentru determinarea vectorilor proprii). Indicator de zecimale la 3.
11. Se apasă *V*.
12. Se tastează în ordine :

	V
$a_{14} - S$	63,70 *S*
$a_{22} - S$	25,00 *S*
$a_{12} - S$	34,72 *S*
$a_{13} - S$	10,04 *S*
$a_{23} - S$	7,50 *S*

13. Calculatorul tipăreşte componentele vectorilor proprii

1.000 *A*◇
0,590 *C*◇
0,177 *A*◇

1.000 *A*◇
– 7,764 *C*◇
20,570 *A*◇

1.000 *A*◇
– 1,509 *C*◇
– 0,620 *A*◇

14. Pentru alt exemplu se reiau operaţiile de la punctul 4.

Bibliografie

[1] Topa N., Teodorescu D. : *Unele probleme legate de determinarea formelor proprii de vibraţie cu ajutorul calculatoarelor electronice*. Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 1, 1969.

Acţiunea termică a radiaţiei solare asupra clădirilor

Prof. dr. ing. **V. Focşa**, ing. **I. Gavrilaş**, ing. **Irina Guţu**

I. CONSIDERAŢII TEORETICE

Este cunoscută acţiunea termică pe care radiaţia solară, în condiţii de vară, şi radiaţia mediului înconjurător, în general, o au asupra clădirilor şi construcţiilor. Datorită radiaţiei termice în condiţii de vară are loc absorbţia căldurii de către elementele de construcţii, fenomen care este maxim la partea superioară a clădirii şi depinde de alcătuirea constructivă a acoperişurilor şi pereţilor, ordinea straturilor, forma, natura şi culoarea suprafeţelor exterioare.

Sub acţiunea radiaţiei solare, la încăperile ultimului nivel se stabilesc condiţii de climat interior ce afectează limitele de confort. La unele construcţii fără pod, sub acţiunea temperaturii, se produc fisuri la ultimul nivel, la pereţii longitudinali sau la acoperiş.

Acţiunea radiaţiei solare poate fi luată în considerare sub două aspecte :

— confortul termic în condiţii de vară ;

— eforturile în construcţie sub acţiunea variaţiei de temperatură.

În articolul de faţă ne vom referi la primul aspect.

Luînd în considerare primul aspect, este de reţinut faptul că radiaţia solară, de energie R (kcal/m^{2}h), (fig. 1), este parţial reflectată (ρR) şi parţial absorbită (αR) de către elementul de construcţie, astfel încît se poate scrie ecuaţia de bilanţ energetic (1) :

$$R = \rho R + \alpha R$$

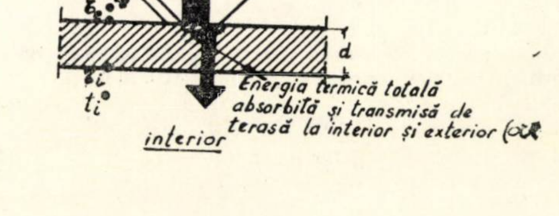
deci :

$$1 = \rho + \alpha \qquad (1)$$

în care ρ şi α reprezintă respectiv coeficientul de reflexie şi absorbţie a energiei solare [1], [5].

Datorită absorbţiei căldurii de către terasă, temperatura suprafeţei exterioare a elementului de construcţie τ_e este superioară temperaturii aerului exterior t_e, adică $\tau_e > t_e$ (fig. 2).

Fig. 1 – Absorbţia şi reflexia căldurii de către terase


exterior
Energia radiaţiei solare reflectată (ρR)
Energia radiaţiei solare incidente (R)
τ_e
t_e
d
τ_i
t_i
Energia termică totală absorbită şi transmisă de terasă la interior şi exterior (αR)
interior

---

* Studiul a fost realizat în cadrul filialei INCERC Iaşi, în colaborare cu Institutul politehnic Iaşi, Facultatea de construcţii.

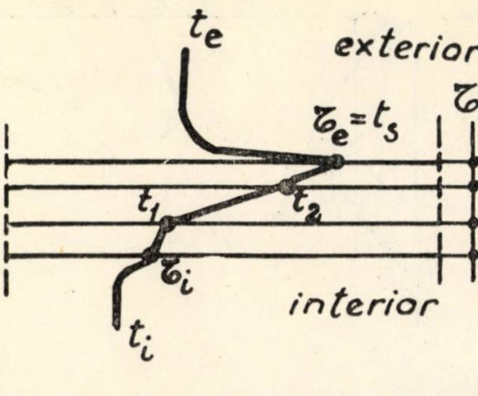


Fig. 2 – Temperatura suprafeței exterioare a terasei în condiții de vară

Energia αR este disipată spre exterior, prin convecție și radiații de mari lungimi de undă și prin conducție, traversînd elementul de construcție spre interior.

Energia termică disipată spre exterior este dată de relația :

$$\alpha_e\,(\tau_e - t_e) \qquad (2)$$

Energia termică disipată spre interior se poate calcula cu expresia :

$$q = \alpha R - \alpha_e\,(\tau_e - t_e) \qquad (3)$$

Energia fluxului termic transmis prin conducție, prin elementul exterior de construcție, este :

$$q = \frac{\lambda_{ech}}{d}\,(\tau_e - \tau_i) \qquad (4)$$

Fluxul de căldură radiat de suprafața interioară a tavanului terasei prin convecție, spre interior, se prezintă sub forma :

$$q = \alpha_i\,(\tau_i - t_i) \qquad (5)$$

Prin τ_i și t_i s-au notat, respectiv, temperatura suprafeței interioare a elementului exterior de construcție și temperatura aerului interior.

Punînd în evidență rezistențele termice în relațiile (3), (4) și (5) și adunînd numărătorii și numitorii șirurilor egale de fluxuri rezultă :

$$q = \frac{\dfrac{\alpha_R}{\alpha_e} + t_e - t_i}{\dfrac{1}{\alpha_e} + \dfrac{d}{\lambda_{ech}} + \dfrac{1}{\alpha_i}} \qquad (6)$$

Termenul de la numitorul expresiei (6) reprezintă rezistența totală la transmisia căldurii $1/K$, în care caz se poate scrie :

$$q = K\left(t_e + \frac{\alpha_R}{\alpha_e} - t_i\right). \qquad (7)$$

Expresia (7) este identică cu aceea obținută în absența acțiunii soarelui, t_e fiind înlocuit cu termenul $\left(t_e + \dfrac{\alpha_R}{\alpha_e}\right)$, denumit temperatura ideală echivalentă a suprafeței exterioare a terasei sub acțiunea soarelui și se notează cu t_s.

Dacă elementul de construcție ar fi infinit izolat termic $K = 0$, q este nul, deci :

$$\alpha R - \alpha_e\,(\tau_e - t_e) = 0 \qquad (8)$$

$$\tau_e = t_e + \frac{\alpha_R}{\alpha_e} = t_s \qquad (9)$$

Temperatura t_s a suprafeței exterioare a elementelor construcției, în condiții de vară, se poate obține prin măsurători, la clădiri în exploatare, cu suficientă precizie.

Valorile coeficientului α [1] depind de culoarea suprafeței elementului de construcție astfel :

alb	$\alpha = 0{,}2\ldots0{,}3$
galben, portocaliu, roșu clar	$\alpha = 0{,}3\ldots0{,}5$
roșu închis, verde clar, albastru clar	$\alpha = 0{,}5\ldots0{,}7$
cafeniu, verde închis, albastru viu, albastru închis	$\alpha = 0{,}7\ldots0{,}9$
cafeniu închis, negru	$\alpha = 0{,}9\ldots1{,}0$

Măsurătorile spectrului termic la terase, în condiții de vară, s-au efectuat la Iași la clădiri în exploatare și pe machete mici de acoperiș orientabile față de punctele cardinale.

Cercetările s-au referit la acoperișuri terasă protejate cu emulsii bituminoase de culoare neagră și la acoperișuri de culoare albă obținută prin tratarea emulsiei bituminoase cu lapte de var.

II. MĂSURĂTORI PRIVIND VARIAȚIA CÎMPULUI TERMIC ÎN CONDIȚII DE VARĂ

Măsurătorile de cîmp termic în condiții de vară s-au efectuat la o clădire de locuit în exploatare, cu p + 3 niveluri, avînd structura din zidărie portantă de cărămidă eficientă de 29 cm grosime, cu acoperiș terasă izolat cu praf hidrofob și protejată cu emulsie bituminoasă, fără și cu tratament cu lapte de var.

Acoperișul terasă, a cărui structură se prezintă în figura 3, are o rezistență teoretică la transmisia căldurii de 1,543 m^2. h.°C/kcal, superioară rezistenței minime necesare la transmisia căldurii, $R_{0nec} = 0{,}9$ $m^2h°C/kcal$, în condițiile regiunii a II-a climatice, ceea ce dovedește că terasa corespunde teoretic din punctul de vedere al izolării termice.

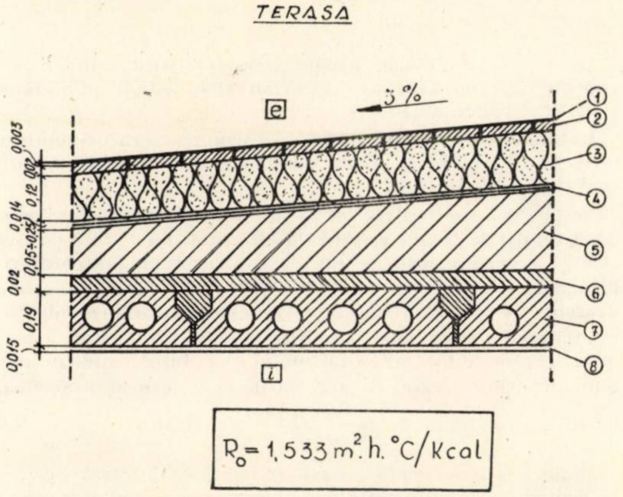


Fig. 3 – Structura terasei la care s-au efectuat măsurători ale cîmpului termic

1 – emulsie bituminoasă 3 mm, $\lambda = 0{,}12$ kcal/m h °C; *2* – dale de beton 2 cm, $\lambda = 1{,}00$ kcal/mh °C; *3* praf hidrofob 12 cm, $\lambda = 0{,}16$ kcal/m h °C; *4* – barieră de vapori 2 C + 1P + 4 Bi, 14 mm; *5* – beton de pantă-zgură 5–25 cm, $\lambda = 0{,}6$ kcal/m h °C; *6* – șapă de egalizare beton 2 cm, $\lambda = 1{,}00$ kcal/m h°C *7* – fîșii prefabricate beton 19 cm, $R_m = 0{,}175$ m^2h °C/kcal; *8* – tencuială 1,5 cm, $\lambda = 0{,}75$ kcal/m h °C

Pentru măsurarea temperaturii s-au montat termocuple, etalonate în prealabil, în diferite puncte caracteristice ale terasei și pereților (fig. 4) [2].

Din analiza graficelor de variație a temperaturii în raport cu timpul (fig. 5) pe baza valorilor măsurate, se justifică ipoteza variației periodice sinusoidale a temperaturii suprafețelor elementelor de construcție, considerîndu-se fenomenul termic ca o oscilație cu perioada de 24 de ore, ceea ce este valabil în special în condițiile de vară și de iarnă [3].

Limitele de variație ale temperaturii aerului exterior, la măsurătorile cîmpului termic la clădirea în exploatare, au fost în perioada 8–10 iulie 1968, între 17,1°C și 34,2°C (fig.6).

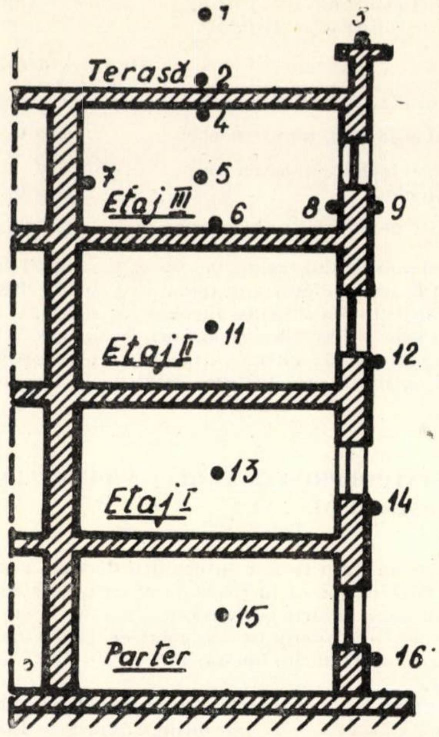


Fig. 4 — Schema clădirii cu punctele de măsurare a temperaturii

La terasa de culoare neagră s-au înregistrat temperaturi cuprinse între 18,3°C şi 57,0°C, avînd dublul amplitudinii temperaturii egal cu 38,70°C.

La terasa de culoare albă s-au înregistrat temperaturi cuprinse între 17,4°C şi 33,0°C, avînd dublul amplitudinii temperaturii egal cu 15,6°C.

Se observă că limitele inferioare ale temperaturilor celor două soluţii de terasă prezintă o diferenţă mică (18,3 — 17,4 = 0,9°C), în timp ce între limitele superioare ale temperaturilor există o diferenţă de 57,0—33,0 = 24,0°C, ceea ce este deosebit de important în ce priveşte comportarea şi solicitarea termică a celor două structuri, precum şi referitor la confortul termic la încăperile ultimului etaj. Între amplitudinile temperaturilor terasei, la soluţia de culoare neagră şi albă, există o diferenţă de $\frac{38,7 - 15,6}{2} = 11,55°C$.

Explicaţia fenomenului constă în faptul că la terasa neagră, cu coeficient de absorbţie a căldurii $\alpha = 0,9$, radiaţia solară determină creşterea sensibilă a temperaturii suprafeţei exterioare în comparaţie cu terasa de culoare albă la care se manifestă absorbţia redusă a căldurii, corespunzător coeficientului α cuprins între 0,2 şi 0,3

Calculîndu-se valoarea energiei radiante absorbită de terasa de culoare neagră, a rezultat valoarea de 126 kcal/h, faţă de 55 kcal/h la terasa de culoare albă.

Comportarea diferită a celor două terase tratate diferit la suprafaţa exterioară se manifestă asupra temperaturii suprafeţei tavanului de la ultimul etaj, avînd valoarea maximă 31,0°C, la terasa neagră şi 28,6°C la terasa albă, iar dublul amplitudinilor temperaturilor la cele două soluţii prezintă valoarea 6,4°C la terasa neagră şi 4,5°C la terasa albă.

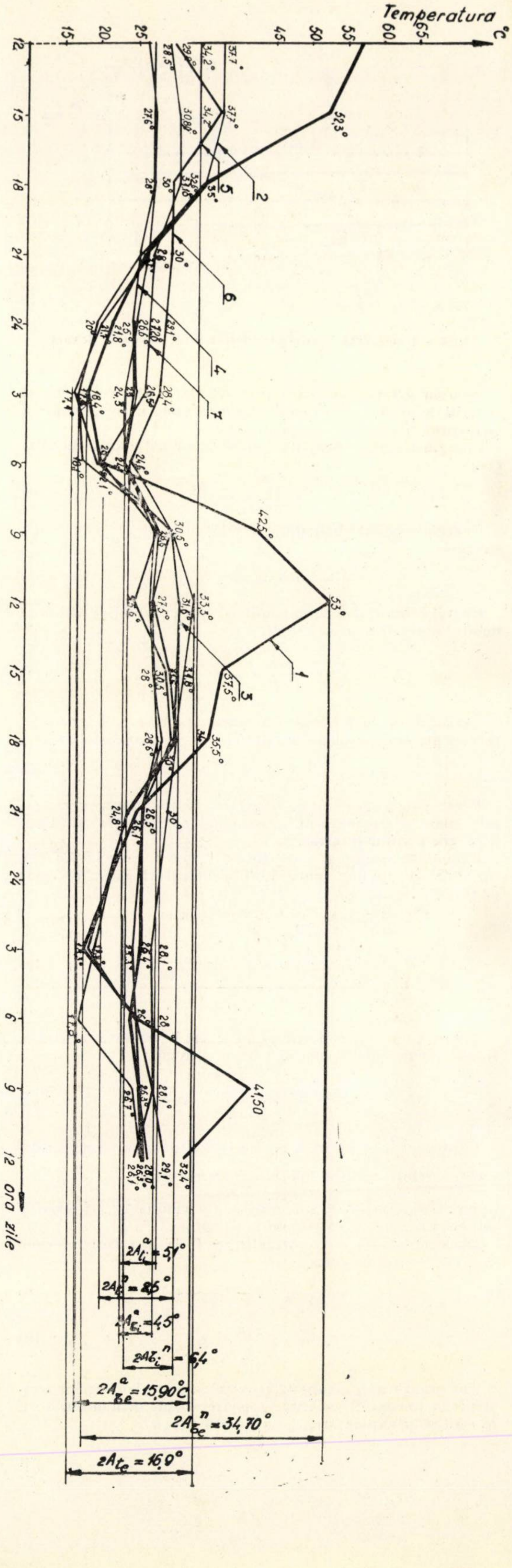


Fig. 5 — Diagramele de variaţie în timp a temperaturilor în condiţii de vară la terasă, la o construcţie existentă cu structură de zidărie portantă şi terasă cu praf hidrofob

1 — temperatura suprafeţei exterioare a terasei netratată cu lapte de var (neagră); *2* — temperatura suprafeţei exterioare a terasei tratată cu lapte de var (albă); *3* — temperatura aerului exterior; *4* — temperatura tavanului la terasa albă; *5* — temperatura aerului interior la terasa albă; *6* — temperatura tavanului la terasa neagră; *7* — temperatura aerului interior la terasa neagră

În ce priveşte temperatura aerului interior, la soluţia cu terasa neagră, dublul amplitudinii temperaturii prezintă valoarea maximă de 8,5°C cu valoarea absolută maximă a temperaturii de 30,6° C, iar la soluţia cu terasa albă, dublu amplitudinii temperaturii aerului interior este de 5,1°C, valoarea maximă a temperaturii aerului interior 29,1°C, cu 1,5°C mai mică faţă de soluţia cu terasa neagră, în ambele cazuri peste limita maximă admisibilă (26—27°C).

În figura 7 se prezintă variaţiile cîmpului termic, în condiţii de vară, la aceeaşi clădire, cu luarea în considerare a influenţei radiaţiei solare asupra temperaturii în diferitele încăperi, în funcţie de etajul considerat şi natura elementului de construcţie analizat.

Din datele prezentate în figura 8 rezultă influenţa deosebită a poziţiei încăperii pe verticală în ce priveşte confortul termic şi solicitările termice mari la care este supus etajul de sub terasă.

Astfel, pentru o amplitudine a temperaturii aerului exterior de 26,2°C, se constată o variaţie a amplitudinii temperaturii suprafeţei exterioare a terasei de 40,7°C.

Temperatura maximă o prezintă aticul peretelui, cu valoarea de 60,5°C, cu peste 4°C mai mult faţă de temperatura terasei.

Temperatura maximă a peretelui la partea superioară este de 61,0°C, cu o amplitudine de 47,0°C. Temperatura minimă a peretelui la parter este de 18,5°C, temperatura maximă este de 44,0°C, cu o amplitudine de 25,5°C, cu 21,5°C mai mică faţă de etajul III. Variaţia mare a temperaturii peretelui construcţiei pe înălţimea clădirii scoate în evidenţă solicitarea termică diferenţiată a ultimului etaj faţă de etajele inferioare şi modul defavorabil cum se reflectă acest aspect în ce priveşte confortul termic în raportul cu etajul considerat.

La etajele III şi II, temperatura aerului în condiţii de vară este cuprinsă între 29,6°C şi 29,8°C, peste limita superioară admisibilă. La etajul I, temperatura variază între 19,7°C şi 25°C, iar la parter este cuprinsă între 18,8°C şi 22,8°C, ceea ce este acceptabil din punctul de vedere al confortului.

Între temperaturile maxime ale aerului interior la încăperile etajului III şi parter este o diferenţă de 29,3—22,8 = 6,4°C, ceea ce este esenţial din punctul de vedere al confortului termic.

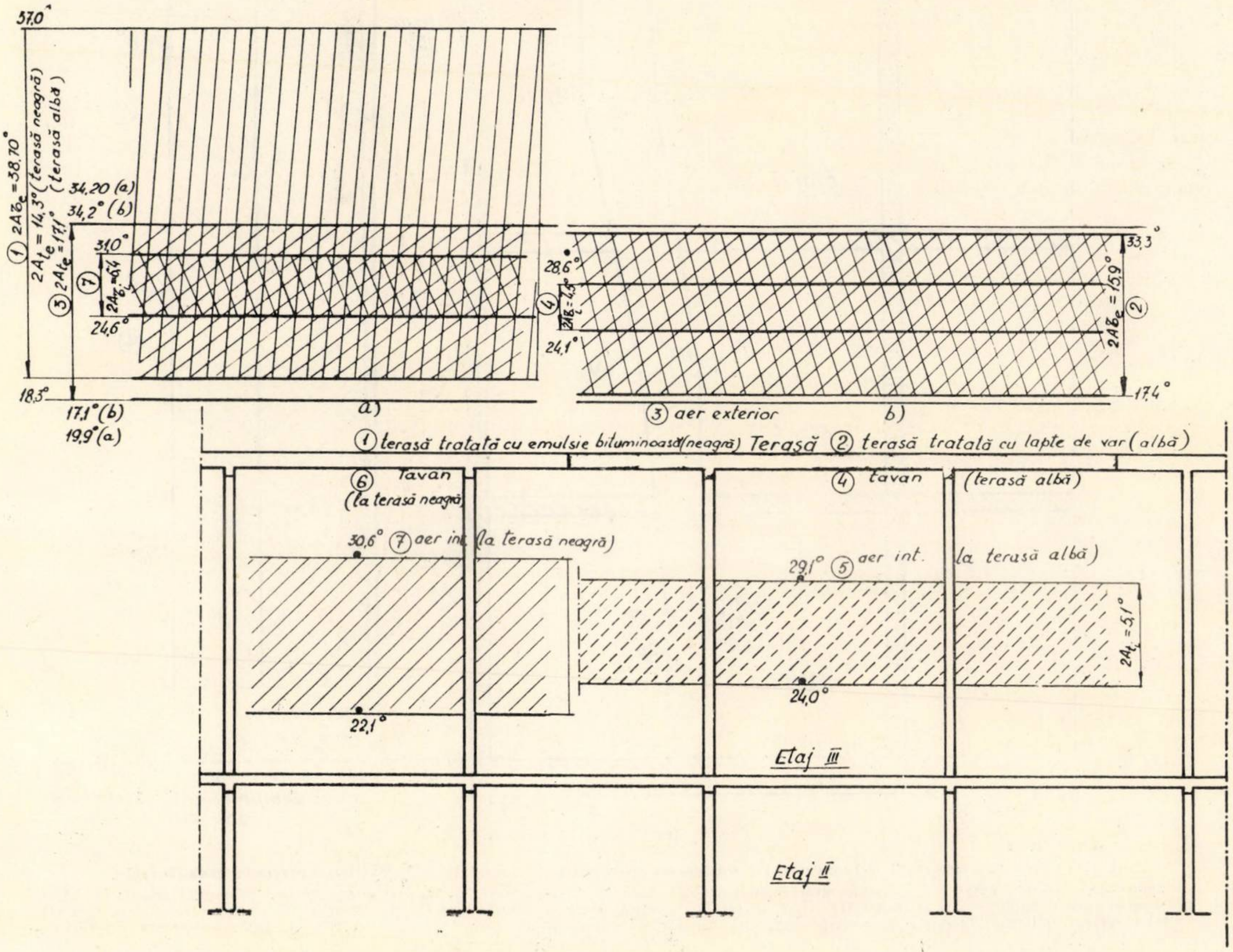
Rezultă, din cele de mai sus, importanţa unor soluţionări cît mai judicioase ale teraselor din punct de vedere termic şi cerinţa unei soluţionări speciale a ultimului etaj, sub aspect constructiv, în legătură cu limitarea pierderilor de căldură în condiţii de iarnă şi a aportului de căldură din radiaţia solară, în condiţii de vară.

Analizînd structura terasei din punctul de vedere al capacităţii de amortizare a oscilaţiilor termice în regim nestaţionar, valorile reale ale indicelui de amortizare au rezultat $A_{te}/A_{\tau i} \cong$ $\cong 4-5$, insuficient faţă de valorile admisibile indicate în literatura de specialitate (25) [4].

Fig. 6 — Amplitudinile de variaţie ale temperaturilor terasei şi ale aerului interior la încăperile ultimului etaj la o clădire cu structură de zidărie şi terasă cu praf hidrofob

a) porţiunea cu terasă neagră: b) porţiunea cu terasă albă

1 — amplitudinea maximă de variaţie a temperaturii suprafeţei exterioare la terasa neagră; *2* — amplitudinea maximă de variaţie a temperaturii suprafeţei exterioare a terasei albe; *3* — amplitudinea maximă de variaţie a temperaturii aerului exterior; *4* — amplitudinea maximă de variaţie a temperaturii suprafeţei interioare a tavanului la terasa albă; *5* — amplitudinea maximă de variaţie a temperaturii aerului interior la ultimul etaj la terasa albă; *6* — amplitudinea maximă de variaţie a temperaturii tavanului la terasa neagră; *7* — amplitudinea de variaţie a temperaturii aerului interior la ultimul etaj la terasa neagră


57,0°
① 2Aτe = 38,70° (terasă neagră)
2Ate = 14,3° (terasă albă)
③ 2Ate = 17,1°
34,20 (a)
34,2° (b)
31,0°
⑦ 2Aτi = 6,4
24,6°
18,5°
17,1° (b)
19,9° (a)
a)
28,6°
④ 2Aτi = 4,5
24,1°
33,3°
2Aτe = 15,9 ②
17,4°
③ aer exterior
b)
① terasă tratată cu emulsie bituminoasă (neagră)
Terasă
② terasă tratată cu lapte de var (albă)
⑥ Tavan (la terasă neagră)
④ tavan (terasă albă)
30,6° ⑦ aer int. (la terasă neagră)
29,1° ⑤ aer int. (la terasă albă)
2Aτi = 5,1°
24,0°
22,1°
Etaj III
Etaj II

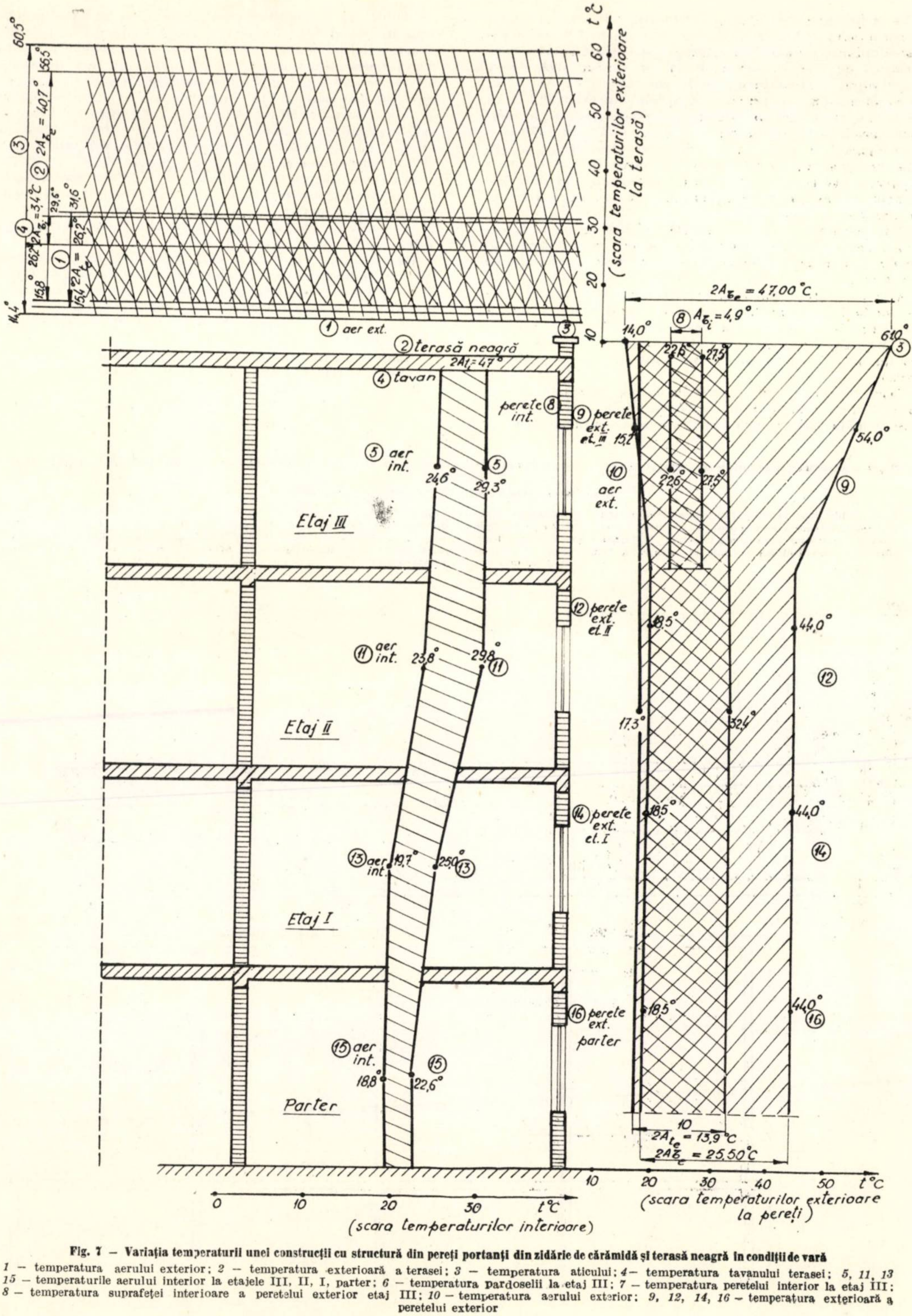

60,5°
56,5°
③
② $2A_{\tau_e} = 40,7°$
④ $2A_{\tau_i} = 3,4°C$
29,6°
31,6°
26,2°
① $2A_e = 26,2°$
15,8
15,4°
14,4°
t°C
60
50
40
30
20
10
(scara temperaturilor exterioare la terasă)
① aer ext.
② terasă neagră
③
$2A_{\tau_i} = 47°$
④ tavan
perete int. ⑧
⑨ perete ext. et. III 15,2
⑤ aer int.
24,6°
⑤ 29,3°
Etaj III
⑩ aer ext.
⑫ perete ext. et. II
⑪ aer int. 23,8°
29,8° ⑪
Etaj II
⑭ perete ext. et. I
⑬ aer int. 19,7°
25,0° ⑬
Etaj I
⑯ perete ext. parter
⑮ aer int. 18,8°
⑮ 22,6°
Parter
$2A_{\tau_e} = 47,00°C$
⑧ $A_{\tau_i} = 4,9°$
14,0°
22,6°
27,5°
61,0° ③
54,0°
⑨
22,6°
27,5°
18,5°
44,0°
⑫
17,3°
32,4°
18,5°
44,0°
⑭
18,5°
44,0° ⑯
10
$2A_{t_e} = 13,9°C$
$2A_{\tau_e} = 25,50°C$
0
10
20
30
t°C
(scara temperaturilor interioare)
10
20
30
40
50
t°C
(scara temperaturilor exterioare la pereți)

Fig. 7 – **Variația temperaturii unei construcții cu structură din pereți portanți din zidărie de cărămidă și terasă neagră în condiții de vară**

1 – temperatura aerului exterior; *2* – temperatura exterioară a terasei; *3* – temperatura aticului; *4* – temperatura tavanului terasei; *5, 11, 13 15* – temperaturile aerului interior la etajele III, II, I, parter; *6* – temperatura pardoselii la etaj III; *7* – temperatura peretelui interior la etaj III; *8* – temperatura suprafeței interioare a peretelui exterior etaj III; *10* – temperatura aerului exterior; *9, 12, 14, 16* – temperatura exterioară a peretelui exterior

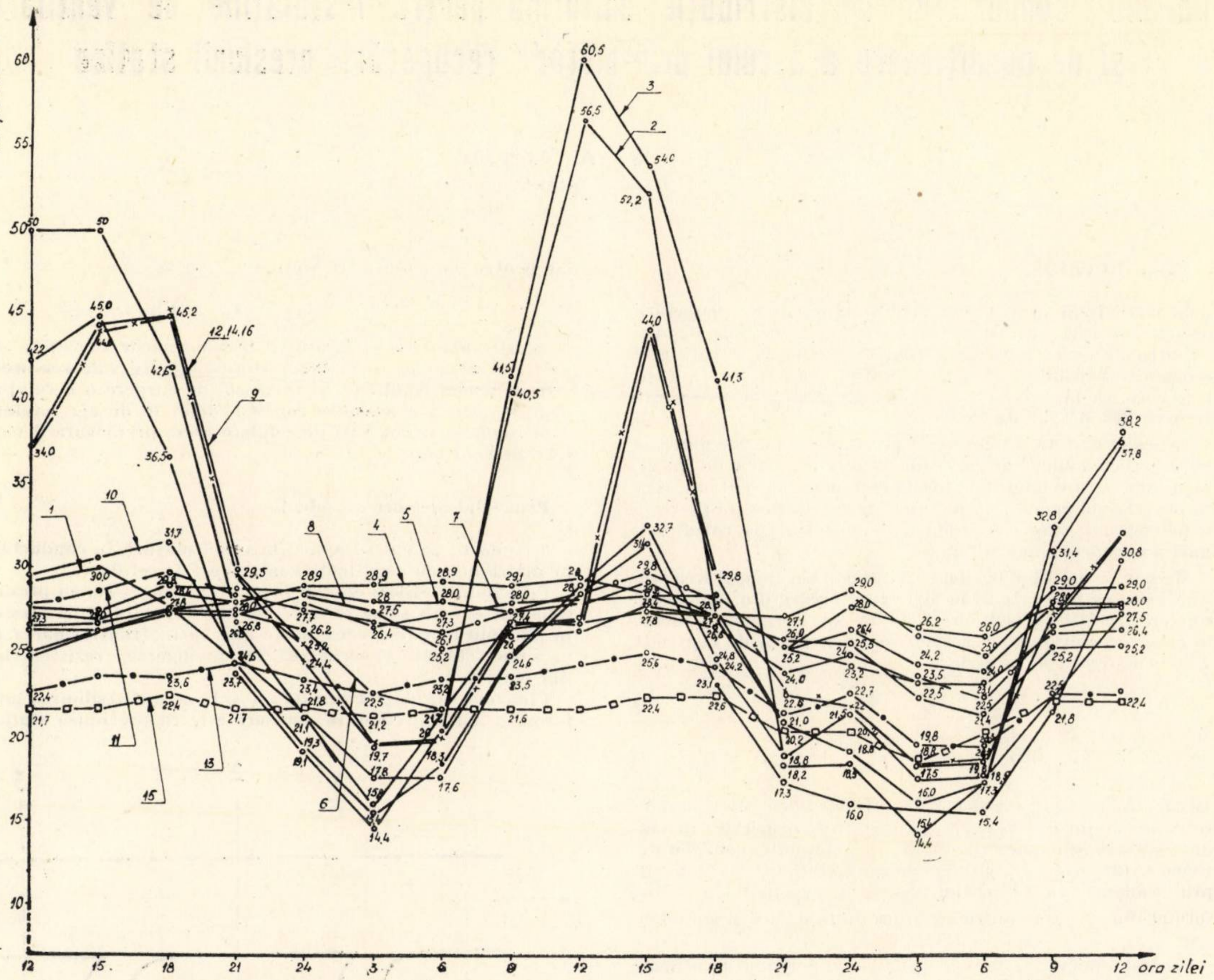


Fig. 8 — Acţiunea radiaţiei solare asupra confortului termic la o clădire cu structură din ziduri portante cu terasă cu praf hidrofob şi patru niveluri

1 — temperatura aerului exterior; *2* — temperatura terasei la exterior (neagră); *3* — temperatura aticului; *4* — temperatura tavanului terasei; *5, 11, 13, 15* — temperaturile aerului interior la etajele III, II, I, parter; *8* — temperatura peretelui exterior la interior la etaj III; *10* — temperatura aerului exterior; *9, 12, 14, 16* — temperaturile peretelui exterior la exterior

III. CONCLUZII

Cercetările privind studiul cîmpului termic la terasele unor clădiri în exploatare au scos în evidenţă acţiunea complexă a oscilaţiilor termice asupra confortului în încăperile clădirii.

Astfel, pentru variaţia temperaturii aerului exterior cuprinsă între 15,4°C şi 31,6°C s-au înregistrat temperaturi ale suprafeţei terasei cuprinse între 15,8°C şi 56,5°C în condiţiile protecţiei terasei cu emulsie bituminoasă.

Prin tratarea suprafeţei terasei cu lapte de var s-a obţinut o reducere sensibilă a limitei superioare a temperaturii pînă la 37,7°C şi de asemenea o micşorare a amplitudinii maxime a oscilaţiei termice de la 20,35°C la 10,15°C.

Reducerea acţiunii termice din radiaţia solară se explică prin micşorarea energiei radiante absorbite care, aşa cum a rezultat din calcule, scade de la 126 kcal/h la terasa de culoare neagră la 55 kcal/h la terasa de culoare albă.

Încălzirea excesivă a teraselor de culoare neagră, neprotejate contra radiaţiei solare, a determinat ridicarea temperaturii la ultimele două niveluri ale clădirii cercetate la valori cuprinse între 23,8°C şi 29,8°C, cu 3 — 4°C peste limitele admisibile (26 — 27°C), în comparaţie cu temperaturile încăperilor de la parter şi etajul I, cuprinse între 18,8°C şi 25°C, acceptabile din punctul de vedere al confortului.

Pentru micşorarea efectului radiaţiei solare se impun deci tratamente ale stratului de protecţie cu vopsitorii de culoare albă sau cu lapte de var, obţinîndu-se o micşorare sensibilă a acţiunii temperaturii asupra confortului şi solicitărilor din variaţiile de temperatură.

Bibliografie

[1] Croiset M.: *L'hygrothermique dans le bâtiment.* Paris, Ed. Eyrolles, 1968.

[2] Focşa V., Radu A: *Indrumător pentru lucrări de laborator la clădiri civile şi industriale.* Bucureşti, Editura didactică şi pedagogică, 1967.

[3] Focşa V.: *Rezistenţa termică, amortizarea şi defazajul oscilaţiilor termice ale pereţilor, determinate prin analogie electrică.* Lucrare de doctorat, Cluj, 1967.

[4] Focşa V.: *Higrotermica şi acustica clădirilor.* Institutul politehnic Iaşi, 1968.

[5] Varlan E.: *L'étancheité dans la construction.* Paris, Ed. Eyrolles, 1964.

Calculul conductelor de distribuţie uniformă pentru instalaţiile de ventilare şi de condiţionare a aerului prin metoda recuperării presiunii statice

Ing. Al. Christea
INCERC

INTRODUCERE

În ultimii ani se afirmă în străinătate metoda recuperării presiunii statice pentru dimensionarea conductelor de distribuţie uniformă a aerului. Deşi foarte simplă şi cu efecte economice sensibile, metoda este puţin aplicată în ţara noastră, datorită faptului că nu este încă destul de cunoscută şi mai ales destul de explicată.

Articolul de faţă urmăreşte să prezinte elementele necesare înţelegerii fenomenelor care stau la baza noului mod de dimensionare, în scopul de a forma încrederea în metodă, care să ducă la aplicarea ei în practică. De asemenea, se prezintă o nomogramă care constituie un instrument de calcul util unei proiectări simple şi rapide.

Metoda de calcul al conductelor de aer prin recuperarea presiunii statice foloseşte avantajele care decurg din fenomenul convertibilităţii presiunilor. Ecuaţia lui Bernoulli aplicată la curgerea staţionară a aerului prin porţiunea de conductă *1 — 2* din figura 1 se scrie:

$$p_{t_2} = p_{t_1} - \Delta p_{1-2} \qquad (1)$$

sau

$$p_{s_2} = p_{s_1} + (p_{d_1} - p_{d_2}) - \Delta p_{1-2} \qquad (2)$$

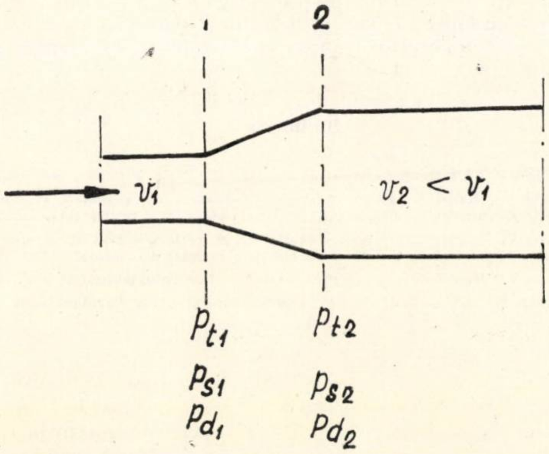
în care Δp_{1-2} este pierderea de presiune la curgerea aerului între secţiunile *1* şi *2*, iar p_s, p_d şi p_t sînt, respectiv, presiunile statice, dinamice şi totale în secţiunile considerate. Ecuaţia (2) arată că, prin majorarea secţiunii şi, implicit, prin scăderea vitezei aerului, mărimea $(p_{d_1} - p_{d_2})$ s-a transformat din presiune dinamică în presiune statică şi s-a adăugat la p_{s_1}.

Acelaşi fenomen se produce şi în cazul porţiunii ramificate schiţate în figura 2. Conducta menţinîndu-şi constantă aria *A* a secţiunii transversale, viteza aerului în secţiunea *2* scade o dată cu reducerea debitului de aer, determinînd implicit şi scăderea presiunii dinamice.

Pentru curgerea între secţiunile *1* şi *2* se poate scrie deci

$$p_{s_2} = p_{s_1} + (p_{d_1} - p_{d_2}) - \Delta p_{1-2},$$

Fig. 1 — Conversiunea presiunilor într-o piesă cu modificare de secţiune



iar pentru curgerea între secţiunile *2* şi *3*,

$$p_{s_3} = p_{s_2} + (p_{d_2} - p_{d_3}) - \Delta p_{2-3}.$$

Aceste două ecuaţii arată că transformările succesive ale presiunii dinamice în presiune statică măresc valoarea acesteia în lungul conductei şi în sensul de curgere a aerului şi explică de ce, în anumite condiţii, debitele de aer refulate prin ramificaţii sau guri de refulare cresc pe măsura depărtării de ventilator.

Principiul metodei de calcul

Metoda de calcul se aplică în egală măsură la conductele de distribuţie cu ramificaţii sau cu guri de refulare.

Principiul metodei constă în a dirija conversiunea presiunilor astfel încît să se recupereze, din disponibilul de presiune dinamică, numai acea parte care, prin transformarea în presiune statică, să servească la învingerea rezistenţelor din conductă.

Fie conducta de aer din figura 3. Pentru distribuirea uniformă a aerului, condiţia necesară este ca presiunea statică

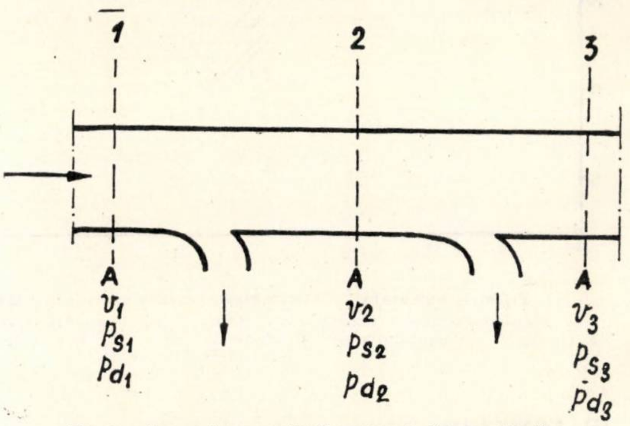
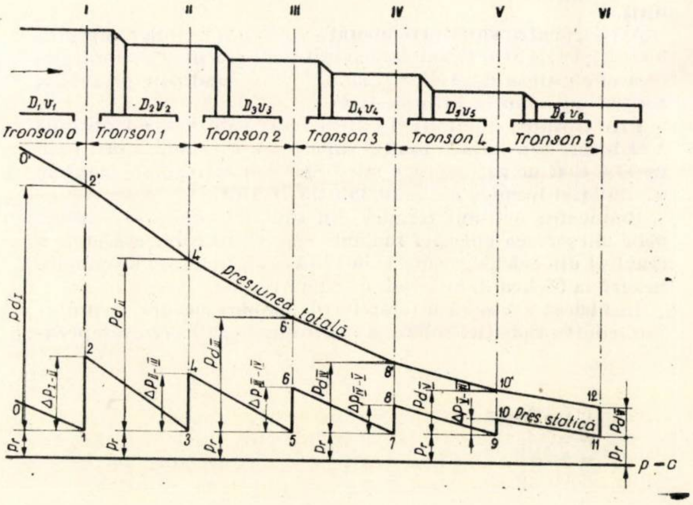


Fig. 2 — Conversiunea presiunilor într-o piesă cu ramificaţie

Fig. 3 — Variaţia presiunilor într-o conductă de distribuţie cu recuperarea presiunii statice



din conductă, în dreptul fiecărei guri de refulare, să aibă aceeaşi valoare. Admiţînd ca plane de referinţă secţiunile care trec prin axele gurilor de refulare, trebuie deci realizată în conducta de distribuţie, în fiecare din secţiunile I. . .VI, aceeaşi presiune statică

$$p_r = Z + \frac{v_0^2 \gamma}{2_g} \qquad [\text{mm } H_2O] \qquad (3)$$

în care :

Z este pierderea de presiune la trecerea şi la ieşirea aerului din gura de refulare ;

$\frac{v_0^2 \gamma}{2g}$ — presiunea dinamică necesară dezvoltării jetului avînd viteza v_0 în planul de refulare.

Calculul conductelor de distribuţie prin metoda recuperării presiunii statice se efectuează astfel ca :

— Presiunea statică dezvoltată de ventilator să fie consumată prin învingerea rezistenţelor instalaţiei, de la priza de aer şi pînă în secţiunea I care trece prin axa primei guri de refulare a conductei de distribuţie ; din presiunea statică dezvoltată de ventilator trebuie să rămînă în secţiunea I numai presiunea p_r conformă cu ecuaţia (3).

— Dimensiunile tronsoanelor care alcătuiesc conducta de distribuţie să fie astfel calculate încît prin diminuarea vitezei de curgere a aerului de la un tronson oarecare la tronsonul imediat următor să se obţină o diferenţă de presiune dinamică a cărei transformare în presiune statică să furnizeze energia necesară învingerii rezistenţei opuse de cel de-al doilea tronson.

Viteza aerului de-a lungul conductei de distribuţie trebuie să înregistreze deci descreşterea continuă $v_1 > v_2 > v_3 > \ldots > v_6$ (fig. 3).

Figura 3 reprezintă schematic variaţiile presiunilor într-o conductă de distribuţie şi explică grafic metoda de calcul prin recuperarea presiunii statice. Toate presiunile figurate au ca plan de referinţă presiunea atmosferică $p = 0$. Prima condiţie din enumerarea de mai înainte este reprezentată prin linia oblică 0—1 care arată că, în secţiunea I, presiunea statică furnizată de ventilator este consumată de rezistenţele din amonte pînă la nivelul p_r necesar dezvoltării jetului. Adoptînd pentru presiunea dinamică în secţiunea I o valoare $p_{d_{\mathrm{I}}}$, reprezentată prin segmentul de dreaptă 1—2′, presiunea totală în secţiunea I va fi $p_{t_{\mathrm{I}}} = p_{d_{\mathrm{I}}} + p_r$. Pentru simplificare se admite că gura de refulare este redusă la linia de intretăiere a planului I cu peretele conductei. În acest caz, ca urmare a ieşirii debitului de aer din conductă prin gura de refulare, imediat după secţiunea I, viteza aerului şi deci presiunea dinamică scad brusc, iar presiunea statică se măreşte în consecinţă, conversiunea făcîndu-se fără modificarea presiunii totale $p_{t_{\mathrm{I}}}$. Conform celei de a doua condiţii din enumerarea de mai înainte, tronsonul 1 din figura 3, care urmează tronsonului 0, trebuie să aibă o astfel de dimensiune încît viteza v_2 care se realizează prin reducerea debitului de aer să ducă la un cîştig de presiune statică egal cu pierderea de presiune în tronsonul 1. Va trebui deci ca, în interiorul aceleiaşi presiuni totale $p_{t_{\mathrm{I}}}$, presiunea dinamică să scadă de la 1—2′ la 2—2′, pentru ca presiunea statică să crească în consecinţă de la p_r la $p_r + \Delta p_{\mathrm{I-II}}$. În figura 3, mărimea pierderilor de presiune între secţiunile I şi II este reprezentată, ca atare, prin segmentul $\Delta p_{\mathrm{I-II}} = (1—2') — (2—2')$. În cele de mai sus s-a admis că viteza v_2 se realizează imediat după secţiunea I şi că se menţine nemodificată pînă la secţiunea II, deşi, după cum se vede din figura 3, această condiţie poate fi realizată numai dacă tronsonul 1 păstrează dimensiunile tronsonului 0.

Este util să se examineze semnificaţia practică a celor două ipoteze simplificatoare făcute în reprezentarea din figura 3, privind dimensiunile gurii de refulare (deci conversiunea bruscă a presiunilor) şi menţinerea la aceeaşi valoare a vitezei v_2 de-a lungul tronsonului 1.

Examinarea se face în reprezentarea din figura 4. Cînd gura de refulare are lungimea finită $\overline{bc}$, conversiunea presiunii dinamice în presiune statică începe de la secţiunea $b—b$, deoarece debitul de aer începe să iasă din conductă de la această margine a gurii de refulare. Transformarea presiunilor ia sfîrşit în secţiunea $c—c$, unde presiunea statică recuperată ajunge la valoarea maximă. Conversiunea se produce deci, în realitate, nu brusc, ca în reprezentarea din figura 3, ci după curba aproximativă figurată cu linie plină în figura 4. Ca urmare, presiunea statică utilă pentru producerea jetului de aer variază pe lungimea gurii de refulare în conformitate cu această curbă, de la valoarea p_b la valoarea p_c ; valoarea reală în axa gurii finite p_r' este diferită faţă de valoarea p_r aproximată ca în figura 3. Se observă că această diferenţă, precum şi variaţia presiunii statice în conductă pe lungimea gurii de refulare sînt cu atît mai reduse cu cît segmentul $\overline{bc}$ este mai mic ; rezultă o primă concluzie practică şi anume că pentru conductele de distribuţie avînd forma din figurile 3 şi 4 este indicat a se adopta guri de refulare cît mai înguste.

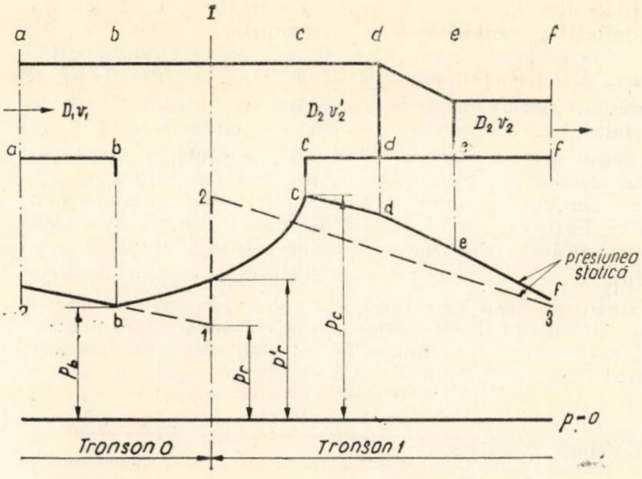


Fig. 4 – Recuperarea presiunii statice în dreptul unei guri de refulare

Dacă v_2 este viteza necesară pentru a se obţine diferenţa de presiune dinamică şi care, prin conversiune în presiune statică, să asigure acoperirea pierderilor în tronsonul care urmează gurii de refulare, la construcţia conductei aşa cum este indicată în figurile menţionate nu este posibil ca această viteză să se obţină imediat, ci numai prin intermediul unei viteze $v_2' < v_2$. Ca urmare, presiunea statică recuperată în secţiunea $c—c$ excede valoarea presiunii statice necesare. O parte din acest exces de presiune este consumat între secţiunile $c—c$ şi $d—d$ şi, într-o măsură mai importantă, în confuzorul cuprins între secţiunile $d—d$ şi $e—e$. Din punctul e, curba de variaţie a presiunii statice (linia plină din fig. 4) coboară pînă la nivelul p_b din dreptul gurii următoare. Diferenţa dintre reprezentarea reală $c—d—e—f$ şi reprezentarea aproximată 2—3 este de obicei mică, cu atît mai mult cu cît se manifestă pe lungimea $c—d—e$, care este foarte redusă faţă de lungimea totală a tronsonului 1. De altfel, în dreptul gurii următoare această diferenţă dispare practic complet, deoarece liniile $c—d—e—f$ şi 2—3 sînt concurente în axa acestei guri. Rezultă deci că admiterea unei viteze constante v_2 pe întreaga lungime a tronsonului 1 introduce o eroare neglijabilă în aprecierea atît calitativă, cît şi cantitativă, a fenomenului.

Revenind la figura 3 şi urmărind variaţia presiunilor de-a lungul conductei de distribuţie, se observă următoarele :

— presiunea totală în secţiunea II este mai mică faţă de presiunea totală în secţiunea I, cu pierderea $\Delta p_{\mathrm{I-II}}$ care a avut loc pe lungimea tronsonului 1 ;

— presiunea dinamică în secţiunea II este şi ea mai mică decît presiunea dinamică în secţiunea I, cu aceeaşi valoare ($p_{d_{\mathrm{II}}} = p_{d_{\mathrm{I}}} - \Delta p_{\mathrm{I-II}}$), deoarece, aşa cum s-a arătat mai înainte, din mărimea totală $p_{d_{\mathrm{I}}}$ s-a extras şi s-a transformat în presiune statică mărimea $\Delta p_{\mathrm{I-II}}$;

— în secţiunea III, $p_{d_{\mathrm{III}}} = p_{d_{\mathrm{II}}} - \Delta p_{\mathrm{II-III}} = p_{d_{\mathrm{I}}} - (\Delta p_{\mathrm{I-II}} + \Delta p_{\mathrm{II-III}})$; în mod similar, în secţiunea VI, $p_{d_{\mathrm{VI}}} = p_{d_{\mathrm{I}}} - (\Delta p_{\mathrm{I-II}} + \Delta p_{\mathrm{II-III}} + \ldots + \Delta p_{\mathrm{V-VI}})$; această observaţie este importantă pentru calculele practice, deoarece din ea decurge constatarea că întreaga energie consumată pentru acoperirea pierderilor care au loc pe lungimea conductei de distribuţie este furnizată de presiunea dinamică disponibilă în primul tronson al conductei;

— la capătul conductei, în dreptul ultimei guri de refulare, presiunea dinamică remanentă $p_{d_{\mathrm{VI}}}$ se transformă în presiune statică, astfel că ieşirea aerului din ultima gură de refulare se face pe baza presiunii din conductă $p_r + p_{d_{\mathrm{VI}}}$, adică cu debit mai mare decît la gurile de refulare precedente; din această cauză, în calculele practice este indicat ca viteza aerului în ultimul tronson să primească valori cît mai mici. În figura 3 se observă că, în cazul conductei de distribuţie alcătuite din tronsoane de aceeaşi lungime, $\Delta p_{\mathrm{I-II}} > \Delta p_{\mathrm{II-III}} > \ldots > \Delta p_{\mathrm{V-VI}}$, deoarece vitezele fiind descrescătoare în sensul de curgere a aerului, pierderile de presiune şi deci presiunile statice succesive care trebuie obţinute prin recuperare sînt din ce în ce mai mici spre capătul final al conductei.

Metoda de calcul

Metoda de calcul reiese din examinarea fenomenului recuperării presiunii statice, făcută în cele de mai sus. Datele cunoscute sînt următoarele: debitul total de aer cu care se alimentează conducta de distribuţie D_1 [m³/h]; debitul de aer refulat prin fiecare gură de ventilare şi deci debitele care parcurg fiecare din tronsoanele conductei (D_2, $D_3 \ldots D_n$); viteza aerului la intrarea în primul tronson al conductei v_1 [m/s]; lungimea tronsoanelor l [m], asimilată cu distanţa dintre axele gurilor de refulare. Calculul trebuie să ducă la stabilirea dimensiunilor fiecărui tronson. Pentru aceasta, debitul din tronsonul care urmează unei guri de refulare fiind cunoscut, este necesar să se determine acea valoare a vitezei aerului în tronson care, faţă de viteza din amonte de gura de refulare respectivă, să determine o recuperare a presiunii statice egală cu pierderile de presiune în tronsonul considerat.

Pierderea de presiune unitară prin frecare într-un tronson cu diametrul d_2 şi viteza de curgere v_2, situat după o gură de refulare, este exprimată de formula cunoscută

$$R = \frac{\lambda}{d_2} \cdot \frac{v_2^2 \gamma}{2g} \qquad [\mathrm{mm\ H_2O/m}]$$

sau, înlocuind viteza v_2 prin debitul de aer D_2 [m³/h],

$$R = \lambda \frac{\gamma}{2g} \frac{1}{(900\,\pi)^2} \frac{D_2^2}{d_2^5}. \tag{4}$$

Coeficientul de frecare λ din relaţia (7) se scrie, conform ecuaţiei lui Colebrook,

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\,lg\left(\frac{2{,}51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{\varepsilon}{3{,}71\,d_2}\right). \tag{5}$$

Întrucît explicitarea coeficientului λ din această ecuaţie prezintă dificultăţi, s-a stabilit expresia

$$\lambda = 0{,}067\,Re^{-0{,}112}\,d_2^{-0{,}114} \tag{6}$$

care aproximează ecuaţia lui Colebrook pentru valoarea rugozităţii absolute $\varepsilon = 0{,}15$ mm, corespunzătoare tablei zincate.

Înlocuind în relaţia (4) se obţine:

$$R = 0{,}067\,\nu^{0{,}112} \frac{1}{(900\,\pi)^2} \frac{\gamma}{2g} \frac{D_2^2}{d_2^{5{,}226}\,v_2^{0{,}112}} \tag{7}$$

în care ν este vîscozitatea cinematică a aerului.

Conform principiului metodei de calcul, pierderea de presiune Rl_2 în tronsonul cu lungimea l_2 trebuie să fie acoperită de presiunea dinamică $(p_{d_1} - p_{d_2})$. În practică se poate admite, în lipsă de cercetări mai amănunţite, că numai 75% din această presiune este recuperabilă, restul constituind pierderi locale.

Se scrie deci:

$$0{,}75\,(p_{d_1} - p_{d_2}) = Rl_2 \tag{8}$$

în care, făcînd înlocuirile şi notînd diametrul:

$$d_2 = \left(\frac{1}{900\,\pi}\ \frac{D_2}{v_2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

se obţine egalitatea

$$0{,}75\,\frac{\gamma}{2g}\,(v_1^2 - v_2^2) = 0{,}067\,\nu^{0{,}112}\,\frac{1}{(900\pi)^{0{,}613}}\,\frac{\gamma}{2g}\,\frac{l_2}{D_2^{0{,}613}}\,v_2^{2{,}5}$$

care, pentru aer în condiţii normale tehnice, capătă forma

$$v_1^2 = 3{,}4\,\frac{l_2}{D_2^{0{,}613}}\,v_2^{2{,}5} + v_2^2.$$

Această ecuaţie exprimă relaţia dintre viteza v_2 pe care trebuie s-o capete aerul în tronsonul următor unei guri de refulare, avînd lungimea l_2 şi fiind parcurs de debitul D_2, cînd viteza în tronsonul precedent este v_1. Pentru uşurinţa calculelor s-a construit nomograma din figura 5, avînd la bază ecuaţia stabilită.

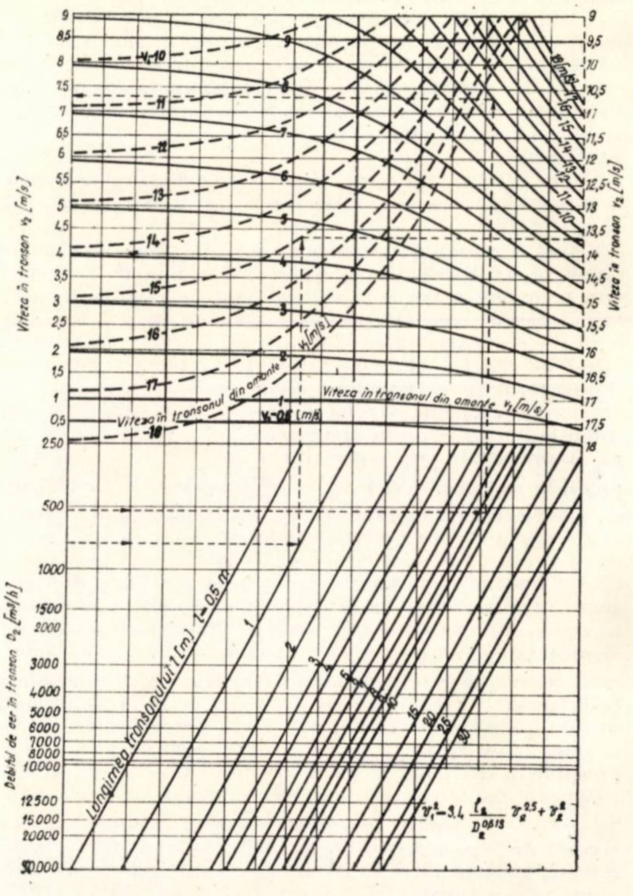


Fig. 5 – Nomogramă de calcul al conductelor de distribuţie cu recuperarea presiunii statice

Nomograma este compusă din două părţi. Partea inferioară are înscrise în ordonată debitele de aer D_2 care parcurg tronsonul considerat; liniile oblice din cîmpul acestei părţi a nomogramei indică valorile lungimii l a tronsonului considerat. Partea superioară a nomogramei are două ordonate în care sînt înscrise vitezele v_2 din tronsonul considerat, care trebuie stabilite în funcţie de vitezele v_1 din tronsonul situat în amonte faţă de cel considerat. Pentru vitezele din amonte au fost trasate două familii de curbe: cu linie plină şi cu linie întreruptă, în funcţie de valorile vitezelor v_1. Pe ordonata din stînga (cu linie plină) se citesc valorile v_2 corespunzătoare valorilor v_1 aşternute pe curbele cu linie plină, iar pe ordonata din dreapta (cu linie întreruptă), valorile v_2 corespunză-

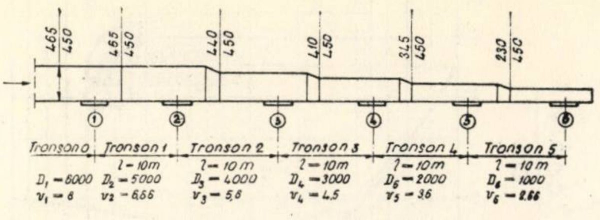


Fig. 6 – Conductă de distribuţie: exemplu de calcul

toare valorilor v_1 de pe curbele cu linie întreruptă. Modul de utilizare a nomogramei este indicat în exemplul de calcul următor.

Exemplul 1. Se cere dimensionarea unei conducte de distribuţie uniformă cunoscîndu-se: debitul de aer iniţial $D_1 = 6000$ m³/h; numărul de guri $n = 6$; debitul unei guri 1 000 m³/h; distanţa între axele gurilor $l = 10$ m; viteza iniţială în primul tronson al conductei $v_1 = 8$ m/s; înălţimea maximă a conductei $h = 450$ mm; viteza aerului în gura de refulare $v_0 = 4$ m/s. Se cere, de asemenea, presiunea totală necesară în secţiunea iniţială a conductei de distribuţie (secţiunea care trece prin axa primei guri de refulare).

Calculele sînt sistematizate în tabela 1, iar conducta dimensionată este reprezentată în figura 6.

Tabela 1

Sistematizarea calculelor din exemplul 1

Nr. tronson	D (m³/h)	l (m)	v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	$A = \frac{D}{3600\, v_2}$ (m²)	h (mm)	$b = \frac{A}{h}$ (mm) (rotunjit)
0	6 000		8			450	465
1	5 000	10	8	6,7	0,2082	450	465
2	4 000	10	6,7	5,6	0,1985	450	440
3	3 000	10	5,6	4,5	0,1850	450	410
4	2 000	10	4,5	3,6	0,1542	450	345
5	1 000	10	3,6	2,7	0,1042	450	230

Lăţimea tronsonului 0 este:

$$b = \frac{6\,000}{3\,600 \times 8 \times 0{,}45} = 0{,}465 \text{ m}.$$

Pentru calculul tronsonului 1, în nomograma din figura 5 se fixează mai întîi în cîmpul inferior punctul dintre intersecţia liniei debitului $D_2 = 6\,000 - 1\,000 = 5\,000$ m³/h cu linia $l = 10$ m, apoi se trasează prin acest punct o dreaptă verticală pînă la întretăierea cu curba $v_1 = 8$ m/s (linie plină); în dreptul punctului de intersecţie obţinut se citeşte pe ordonata din stînga (linie plină), $v_2 = 6{,}7$ m/s. Pe baza acestei viteze se stabileşte aria şi apoi lăţimea b a tronsonului. În continuare, calculul de dimensionare decurge în mod similar.

La viteza aerului în gura de refulare $v_0 = 4$ m/s şi la debitul de 1000 m³/h corespund aria gurii de refulare $A_0 = 0{,}0695$ m² şi dimensiunile 200 × 350 mm. Cunoscînd că viteza aerului în conductă, înainte de ultima gură de refulare, este de 2,7 m/s, pierderea în gura de refulare considerată liberă este

$$Z = 6{,}2\, \frac{2{,}7^2 \times 1{,}2}{2 \times 9{,}81} \approx 2{,}75 \text{ mm } H_2O$$

în care coeficientul de rezistenţă locală este $\varsigma = 6{,}2$.

Presiunea dinamică necesară pentru dezvoltarea jetului este:

$$\frac{4^2 \times 1{,}2}{2 \times 9{,}81} \approx 1{,}0 \text{ mm } H_2O\,.$$

Presiunea statică în conductă în dreptul fiecărei guri de refulare este deci:

$$p_r = 2{,}75 + 1{,}0 = 3{,}75 \text{ mm } H_2O.$$

Presiunea dinamică în primul tronson al conductei, corespunzătoare vitezei iniţiale $v_1 = 8$ m/s, este

$$\frac{8^2 \times 1{,}2}{2 \times 9{,}81} = 3{,}92 \text{ mm } H_2O.$$

Conform celor arătate mai înainte, această presiune dinamică serveşte, prin transformări succesive în presiune statică, la acoperirea pierderilor care au loc pe întreaga lungime a conductei de distribuţie. Presiunea totală în secţiunea iniţială a conductei de distribuţie este deci

$$p_{t_{\mathrm{I}}} = 3{,}75 + 3{,}92 = 7{,}67 \text{ mm } H_2O$$

care, împreună cu rezistenţa instalaţiei calculată de la priza de aer şi pînă în secţiunea iniţială a conductei de distribuţie determină valoarea presiunii totale a ventilatorului care trebuie montat în instalaţie.

Examinînd forma conductei de distribuţie din figura 6 se observă că necesităţile de recuperare a presiunii statice au făcut ca tronsonul 1 să păstreze aceleaşi dimensiuni ca şi tronsonul 0. Aceasta înseamnă că pierderile mari de presiune în tronsonul 1, datorite vitezei mari de curgere a aerului la capătul iniţial al conductei, au cerut o recuperare mai importantă de presiune statică, adică o viteză în aval sensibil mai mică decît viteza din amonte. Cînd pierderile de presiune în tronsoane sînt ridicate (viteze mari asociate cu distanţe mari între gurile de refulare), este posibil ca nici menţinerea unei secţiuni constante a tronsoanelor să nu mai fie suficientă şi conductele de distribuţie să capete formele din figura 7 *a* şi *b*, în scopul de a se realiza astfel diferenţele necesare între vitezele din amonte şi din aval.

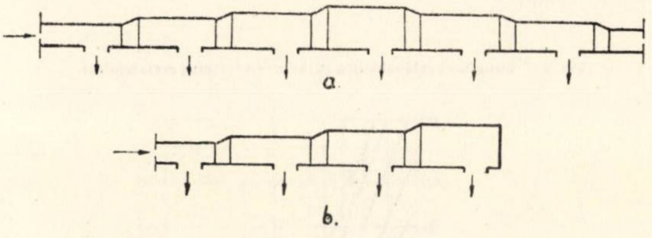
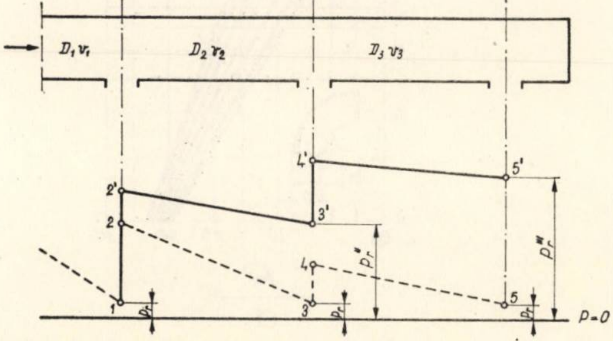


Fig. 7 – Forme de conducte de distribuţie uniformă

Fig. 8 – Variaţia presiunilor într-o conductă cu secţiune constantă



Deseori, în proiectare se face eroarea de a se considera satisfăcătoare o conductă cu secţiune constantă pe întreaga lungime, pentru distribuirea uniformă a aerului. Fie o asemenea conductă (fig. 8), în care variaţia presiunii statice necesară pentru a menţine aceeaşi valoare p_r în dreptul fiecărei guri de refulare este reprezentată prin linia întreruptă 1—2—3—4—5. Prin păstrarea unei secţiuni constante a conductei se poate întîmpla ca vitezele v_2 şi v_3 să capete valori mai mici decît cele utile. În acest caz, în dreptul gurilor de refulare se realizează o conversiune a presiunii dinamice într-o măsură mai mare decît este necesar, ceea ce face ca în secţiunea II, în loc de presiunea statică p_r, să se realizeze p_r'', iar în secţiunea III să se ajungă pînă la p_r'''. Se observă că, în această situaţie, presiunea statică în conductă creşte în sensul de curgere a aerului, cu efectul că gurile de refulare dinspre capătul final al conductei vor refula un debit mai mare decît gurile din tronsoanele iniţiale.

Dacă o conductă de distribuţie uniformă este corect calculată, nu este necesar să se monteze organe de reglaj la gurile de refulare, care pot fi prevăzute, în acest caz, numai cu plase de sîrmă sau cel mult cu jaluzele pentru dirijarea aerului.

Locul de montare a gurilor de refulare pe periferia conductei de aer este indiferent.

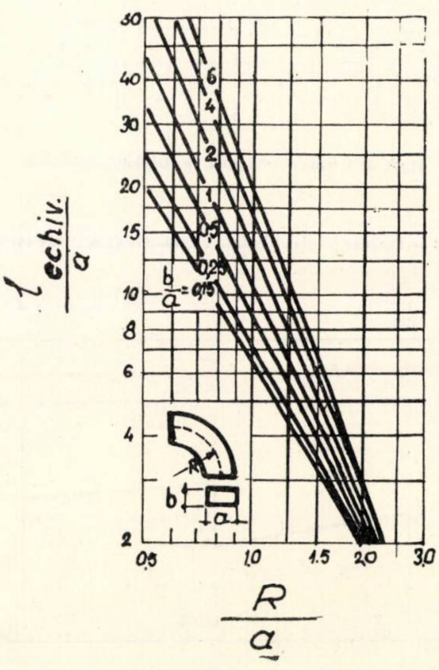
În ceea ce priveşte viteza aerului în conductele de distribuţie uniformă, nu există nici o restricţie în afară de cele referitoare la nivelul de zgomot admis. Metoda de calcul prin recuperarea presiunii statice este avantajoasă în special la conductele cu viteză mare (15—40 m/s), folosite din ce în ce mai mult în instalaţiile moderne, deoarece economia de energie devine mai importantă în acest caz.

Cînd conductele de distribuţie uniformă conţin piese care intervin cu rezistenţe locale la pierderile din tronsoane, valorile acestor rezistenţe se iau în consideraţie sub forma unor lungimi echivalente care se adaugă la lungimile geometrice ale tronsoanelor respective. Prin lungimea echivalentă a unei piese speciale se înţelege lungimea unui tronson drept în care se produce, în aceleaşi condiţii de curgere, o pierdere de presiune prin frecare egală cu pierderea locală a piesei respective.

În general, piesele speciale conţinute de conductele de distribuţie uniformă sînt coturile sau curbele. Lungimile echivalente ale acestor piese se pot determina pe baza indicaţiilor furnizate de figurile 9 şi 10.

Modul de utilizare a acestor figuri reiese din exemplul de calcul următor.

Fig. 9 — **Lungimea echivalentă a curbelor cu secţiune rectangulară**



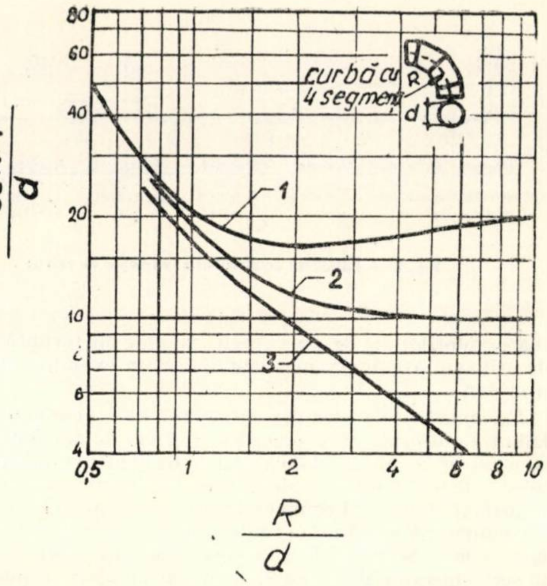


Fig. 10 — **Lungimea echivalentă a curbelor cu secţiune rotundă**

1 — curbă cu trei segmenţi; *2* — curbă cu patru segmenţi; *3* — curbă cu cinci sau mai mulţi segmenţi

Exemplul 2. Se dă porţiunea de conductă de distribuţie din figura 11 şi se cere lungimea totală de utilizat în calcule a tronsonului 2.

Lungimea geometrică a tronsonului este $l_1 = 2 + 4 = 6$ m.

În figura 11, $R/a = 600/600 = 1$, iar $b/a = 300/600 = 0,5$.

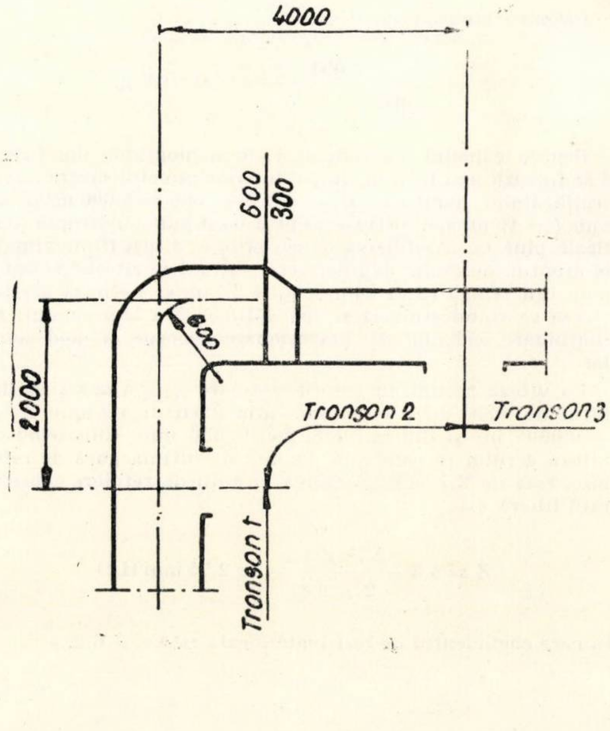
La aceste valori se citeşte în figura 9

$$\frac{l_{echiv}}{a} = 8,6$$

şi se deduce

$$l_{echiv} = 8,6 \times 0,6 = 5,16 \text{ m}.$$

Fig. 11 — **Determinarea lungimii totale de calcul a unui tronson cu curbă**



Lungimea totală care se utilizează în calcule şi care se introduce deci în nomograma din figura 5 este

$$l = 6 + 5{,}16 = 11{,}16 \text{ m}.$$

Este de observat că curba din figura 11 a fost efectuată în porţiunea cu lăţime mare a tronsonului. Această dispoziţie oferă două avantaje, şi anume : în porţiunea cu lăţime mare, viteza aerului fiind mai redusă, pierderea locală provocată de curbă este mai mică ; din punctul de vedere al calculului, dispoziţia este convenabilă, deoarece lăţimea mare a tronsonului este cunoscută din calcule precedente, în timp ce lăţimea mică urmează să fie determinată.

CONCLUZII

1. Metoda de calcul prin recuperarea presiunii statice este deosebit de avantajoasă în special pentru conducte de distribuţie cu lungime mare, la care faptul că pierderile de presiune se acoperă prin modul de dimensionare a conductelor şi nu din presiunea anume furnizată de ventilator poate aduce economii importante de energie electrică.

2. Metoda de calcul se aplică întocmai, atît pentru conductele de distribuţie cu guri de refulare, cît şi pentru cele cu ramificaţii. În acest ultim caz, ramificaţiile se dimensionează pe principiul echilibrării presiunilor, iar presiunea statică din dreptul fiecărui punct de ramificare trebuie să aibă o valoare egală cu rezistenţa ramificaţiei.

3. Nomograma din figura 5 este valabilă numai pentru conductele de aer din tablă zincată.

Particularităţi ale proiectării instalaţiilor termice aferente construcţiilor amplasate la mare altitudine

Conf. dr. ing. N. Leonăchescu
Institutul de construcţii Bucureşti

Dezvoltarea bazelor turistice şi a celor sportive din munţi, construcţia de staţii releu de radio şi televiziune pe cotele cele mai ridicate din zona muntoasă etc. pun pe proiectanţi în afara multora dintre standardele existente, în momentul în care încearcă proiectarea construcţiilor şi a instalaţiilor de acest tip.

În domeniul proiectării instalaţiilor termice aferente contrucţiilor din munţi, literatura de specialitate conţinînd extrem de puţine referiri, iar standardele româneşti în vigoare fiind sărace în indicaţii, apar frecvent cazuri în care se comit erori, folosindu-se factori de corecţie insuficienţi sau contraindicaţi.

Pe baza experienţei personale în acest domeniu, în lucrarea de faţă se atrage atenţia asupra unor probleme specifice şi asupra modului lor de soluţionare.

I. DETERMINAREA SARCINII TERMICE

Determinarea sarcinii termice pentru instalaţiile de încălzire se face curent pe baza relaţiei

$$Q = \sum_{m=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \left[\left(1 + \frac{A_f + A_c + A_0}{100}\right)_m k_j S_j(\theta_{im} - \theta_e) + Q_{vm} \right] \quad (1)$$

folosindu-se pentru aceasta standardele încă în vigoare [17], [19], [20].

Pentru cazul analizat, precizarea temperaturilor exterioare de calcul nu se mai poate face pe baza STAS 1488—54, unele zone muntoase fiind caracterizate prin temperaturi exterioare extrem de scăzute. În acelaşi timp, metoda iernii convenţionale nu se mai poate aplica [4], întrucît în multe cazuri perioada de încălzire este egală cu 365 de zile.

În asemenea situaţii, temperatura exterioară de calcul se poate determina folosind relaţia lui V.M. Ceaplin, recomandată de mulţi autori [6], [23]

$$\theta_e = 0{,}4\theta_{mr} + 0{,}6\,\theta_{ma} \quad (2)$$

în care θ_{mr} este temperatura medie a lunii celei mai reci, iar θ_{ma} este temperatura minimă absolută.

Aceste date climatice sînt furnizate de Institutul meteorologic [7].

Spre exemplu, pentru Vîrful Omul din masivul Bucegi (altitudinea 2509 m), folosind observaţiile meteorologice făcute între anii 1896—1955, se vede că temperatura minimă absolută este de $\theta_{ma} = -38$°C înregistrată la 10—11 februarie 1929, iar luna cea mai rece este luna februarie şi are temperatura medie $\theta_{mr} = -11{,}1$°C. Pentru alte localităţi, de obicei luna cea mai rece este luna ianuarie.

Pe baza acestor date climatice se obţine temperatura exterioară de calcul $\theta_e = -27{,}24$°C, putîndu-se rotunji în minus la $\theta_e = -27$°C. Se observă diferenţa mare a acestei valori faţă de temperatura exterioară de calcul pentru localitatea vecină, Sinaia, pentru care STAS 1488—54 recomandă $\theta_e = -19$°C.

Temperaturile interioare de calcul θ_i folosite în relaţia (1) se fixează pe căile clasice, utilizîndu-se STAS 1542—61 şi indicaţiile tehnologice specifice.

O problemă specială o ridică determinarea coeficientului global de schimb de căldură, k, determinabil în mod curent, în cazul pereţilor plani, prin

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^{n} \frac{\delta_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}, \quad (3)$$

procesul de propagare a căldurii prin structuri fiind socotit că decurge în regim staţionar şi cu funcţia de izvoare M nulă [8], [12], [13], [15], [16], [17], [21], [23].

Valorile standardizate pentru coeficienţii de schimb superficial de căldură din interiorul încăperilor α_i pot fi folosite la orice altitudine, întrucît nu se modifică substanţial [15], [17], [22].

Rezistenţa termică conductivă a structurii $\Sigma \dfrac{\delta_j}{\lambda_j}$ trebuie însă să fie în centrul atenţiei constructorului spre a se evita condensarea pe suprafeţele interioare a vaporilor de apă şi construirea unor punţi termice necorespunzătoare [4], [23]. Pentru pardoseli în contact cu solul, în vederea obţinerii unui grad sporit de confort, se pot adopta structuri optime [11].

Structura adoptată trebuie să se caracterizeze printr-o distribuţie de temperaturi care să evite pentru o mare parte din structură fenomenul de îngheţ-dezgheţ care degradează rapid materialele de construcţie. O asemenea structură va avea o inerţie termică mai mare şi va acumula mai multă căldură [9]. Se indică folosirea unei bune izolaţii termice, protejată hidrofug pe ambele feţe, iar străpungerile prin structurile exterioare la trecerea conductelor cablurilor etc. să fie tratate cu mult discernămînt, eventual evitate. Cînd racordarea la reţelele exterioare este obligatorie se recomandă ca aceasta să se facă subteran, sub adîncimea de îngheţ, întrucît racordurile supraterane sînt puternic solicitate mecanic şi termic de vînturi puternice, chiciură, temperaturi scăzute etc.

Calcularea coeficientului de schimb superficial de căldură la exterior, α_e, arată că standardele nu mai sînt aplicabile, din cauza vitezei vîntului mult mai mari decît valorile obişnuite şi a temperaturilor foarte scăzute.

Din relaţia criterială

$$Nu = 0{,}023\ Re^{0{,}8} \cdot Pr^{0{,}4} \tag{4}$$

rezultă

$$\alpha_e = 0{,}023 \left(\frac{\rho c_p}{\nu}\right)^{0{,}4} \cdot \frac{\lambda^{0{,}6} \cdot w^{0{,}8}}{x^{0{,}2}}, \tag{5}$$

cu semnificaţiile cunoscute [15], [16], [22], [23], mărimile termofizice referindu-se la aerul exterior.

Viteza vîntului w trebuie căutată în măsurătorile efectuate de Institutul meteorologic [7]. Spre exemplu, pentru Vîrful Omul, vîntul dominant bate în toate anotimpurile din sectorul vestic NV—N—SV şi are frecvenţa de 64 %, viteza medie anuală fiind de 8,1 m/s pentru vîntul care bate de la NV. Pentru perioada de observaţie 1941—1955, media lunară cea mai ridicată este viteza medie de 10,4 m/s a vîntului care bate în ianuarie de la NV.

La această staţiune se obţin şi viteze foarte mari, cum este cea de 43,8 m/s observată la 9 decembrie 1955, reţinîndu-se şi faptul că în 101,5 zile pe an viteza vîntului depăşeşte 16 m/s.

În aceste condiţii este evident că viteza vîntului dominant care trebuie folosită în calculul coeficientului de schimb superficial de căldură α_e depăşeşte cu mult limita de 2 m/s (pentru care $\alpha_e = 23{,}26\ W/K \cdot m^2$) prevăzută în STAS 1907 — 52 [17].

La determinarea lui α_e se recomandă a se folosi viteza maximă a vîntului dominant observată iarna.

Direcţia vîntului dominant folosită în relaţia (5), determină şi lungimea caracteristică x din aceeaşi relaţie.

Pe aceste baze, se constată că valorile lui α_e cresc foarte mult, ducînd la intensificarea propagării căldurii prin elementele de construcţie exterioare şi implicit la mărirea sarcinii termice la care trebuie dimensionată sursa de căldură. În exemplul citat, α_e atinge valori cuprinse între 35—50 $W/K \cdot m^2$.

Pentru calcularea fluxului termic care străbate elementele de construcţie în contact parţial sau total cu solul, cu sau fără strat de apă subterană, se indică metodele de calcul puse la punct în ultima vreme [10].

În acest fel, prin (5), (3) şi (1), sarcina termică pentru încălzire se poate determina în întregime. Majorările sarcinii termice sînt cele obişnuite, cu observaţia că adaosul pentru vînt Q_v se calculează după STAS 1907—52 pentru vînt foarte puternic şi poziţii extrem de expuse vîntului.

II. ALEGEREA AGENTULUI TERMIC ŞI A SISTEMULUI DE ÎNCĂLZIRE

Zonele situate la altitudini mai mari de 1 500 m prezintă mari variaţii ale presiunii atmosferice, ceea ce face ca temperatura de fierbere a apei să fie scăzută şi să nu aibă o valoare stabilă.

Din acest punct de vedere, instalaţiile de încălzire cu apă prezintă serioase dezavantaje, şi anume :

a) la presiuni atmosferice scăzute, pericolul de vaporizare a apei în sistemele deschise este evident ;

b) minimele barometrice impun temperaturi medii scăzute ale agentului termic, de ordinul a 60—85°C ;

c) suprafeţele încălzitoare trebuie supradimensionate din cauza temperaturii medii scăzute a agentului termic, lucru care scumpeşte investiţia ;

d) pericolul de îngheţ şi de distrugere a sistemului de încălzire este mare în timpul avariilor grave în sistemul de alimentare cu combustibil ;

e) protecţia vaselor de expansiune cere o atenţie deosebită etc.

Prin prisma acestor dezavantaje, la instalaţiile de încălzire de altitudine este indicată folosirea aburului ca agent termic şi a sistemelor de încălzire cu abur de joasă presiune cu recuperarea condensului prin cădere liberă. În felul acesta se elimină o serie de inconveniente şi se asigură o funcţionare mai bună a instalaţiei.

Temperatura de saturaţie a aburului depinde direct de presiunea de saturaţie, aşa cum se arată în tabela 1. Pentru căldura latentă de vaporizare r se pot folosi datele din literatura de specialitate [13], [24], precum şi relaţia

$$r = 595 - 0{,}55\ \theta_s\ ,\ [\text{kcal/kgf}]$$
$$r = 254 - 0{,}235\ \theta_s\ ,\ [\text{kj/kg}] \tag{6}$$

valabilă pentru

$$0 < \theta_s < 100°\text{C}.$$

Tabela 1

p_s		θ_s	T_s	r	
ata	mbari	C	K	kcal/kgf	kj/kg
0,50	490,33	80,86	354,01	550,7	235,15
0,55	539,36	83,25	356,40	549,3	234,55
0,60	588,39	85,45	358,60	548,0	234,00
0,65	638,02	87,51	360,66	546,8	233,48
0,70	686,46	89,45	362,60	545,6	232,97
0,75	735,49	91,27	364,62	544,5	232,50
0,80	784,53	92,99	366,14	543,3	231,99
0,85	833,56	94,62	367,77	542,3	231,56
0,90	882,59	96,18	369,33	541,3	231,13
0,95	931,63	97,66	370,81	540,5	230,78
1,00	980,66	99,09	372,24	539,6	230,41
1,05	1 029,69	100,45	373,60	538,7	230,02
1,10	1 078,73	101,76	374,91	537,9	229,68

Presiunea atmosferică este cunoscută din măsurătorile staţiilor meteorologice [7] şi se recomandă a se folosi media lunară minimă. În exemplul avut în vedere (Vf. Omul), presiunea atmosferică prezintă media lunară minimă de 739 mbari în februarie, minima absolută lunară şi anuală fiind de 716,8 mbari observată la 18 februarie 1946.

În cazul cînd nu există date statistice furnizate de staţii meteorologice, presiunea atmosferică poate fi aproximată, cunoscîndu-se că pentru altitudini relativ mici (considerîndu-se că densitatea aerului nu scade apreciabil) variaţia este aproximativ uniformă [1] şi egală cu

$$\frac{\Delta p}{\Delta H} = 9\ \text{mmHg/100 m.} \cong 12\ \text{mbari/100 m.} \tag{7}$$

Tot în acest scop se poate folosi formula barometrică a lui Laplace [1]

$$p_1 = p_0 exp \left[- \frac{M}{R} \frac{g}{T} (h_1 - h_0) \right] \tag{8}$$

pentru care prof. Petre Bogdan din Iaşi a dat o demonstraţie deosebit de simplă şi ingenioasă, cu :

M — masa moleculei-gram de aer ;
g — acceleraţia pămîntească ;
R — constanta caracteristică a aerului ;
T — temperatura absolută a aerului ;
h_0 — un nivel de referinţă la care se cunoaşte presiunea p_0 ;
h_1 — nivelul la care se calculează presiunea atmosferică p_1.

Cunoscîndu-se pentru presiunea atmosferică valoarea minimă a mediei lunare, se poate determina temperatura de fierbere a apei (temperatura de saturaţie) din tabela 1, precum şi căldura latentă de vaporizare.

III. DIMENSIONAREA CORPURILOR DE ÎNCĂLZIRE

În mod curent, corpurile de încălzire se dimensionează după STAS 1797—56 [18], cunoscîndu-se pentru fiecare tip de radiator încărcarea specifică.

La instalaţiile termice de altitudine, pe lîngă celelalte corecţii absolut valabile, se adaugă corecţia impusă de temperatura medie a agentului termic, mai scăzută decît valorile uzuale, datorită presiunii atmosferice scăzute.

Tabela 2

θ_{mo}	100°C						80°C					
θ_i \ θ_m	95	90	85	80	75	70	85	80	75	70	65	60
0	0,934	0,87	0,805	0,742	0,683	0,622	1,081	1	0,920	0,84	0,756	0,682
3	0,932	0,866	0,80	0,734	0,672	0,61	1,088	1	0,913	0,83	0,75	0,67
5	0,93	0,862	0,794	0,73	0,666	0,604	1,090	1	0,910	0,825	0,742	0,662
8	0,928	0,857	0,788	0,72	0,656	0,591	1,092	1	0,907	0,816	0,734	0,65
10	0,925	0,854	0,785	0,715	0,65	0,584	1,097	1	0,904	0,812	0,727	0,638
12	0,923	0,85	0,78	0,71	0,644	0,574	1,10	1	0,902	0,81	0,718	0,63
15	0,921	0,846	0,771	0,70	0,63	0,56	1,105	1	0,90	0,798	0,705	0,612
18	0,919	0,838	0,763	0,686	0,617	0,545	1,108	1	0,895	0,79	0,69	0,595
20	0,917	0,836	0,756	0,68	0,608	0,535	1,11	1	0,89	0,785	0,683	0,583
22	0,913	0,832	0,75	0,674	0,598	0,525	1,115	1	0,888	0,776	0,67	0,57

În acest fel, încărcarea specifică a radiatorului poate fi calculată cu

$$q = q_0 \frac{k\Delta\theta}{k_0\,\Delta\theta_0} \simeq q_0 \left(\frac{\theta_m - \theta_i}{\theta_{mo} - \theta_i}\right)^{4/3} = mq_0 \tag{9}$$

în care indicii zero se referă la valorile standardizate, θ_i este temperatura aerului din încăpere, iar θ_m temperatura medie a agentului termic. Factorul de corecţie m ce corectează încărcarea specifică standardizată q_0 $[W/C\,.\,\mathrm{m}^2]$ este dat în tabela 2 pentru două valori de referinţă (abur saturat de 1 ata şi apă caldă 90/70°C) şi la valorile uzuale ale temperaturii aerului interior.

Folosind valorile standardizate ale lui q_0, rezultă suprafaţa de schimb de căldură a corpurilor de încălzire, conform

$$S = \frac{Q}{mq_0}. \tag{10}$$

La valoarea rezultată se fac majorările clasice pentru mascare, număr de elemente etc.

Modul de calcul indicat mai sus (9), (10) rămîne valabil şi pentru corpuri de încălzire nestandardizate, pentru care fabricile constructoare indică valorile q_0 pentru o anumită temperatură de referinţă θ_{m0}.

IV. INSTALAŢIA DE CAZANE

Condiţiile de izolare impun precauţii deosebite în dimensionarea centralei termice şi a gospodăriei de combustibil. Referindu-ne la acelaşi exemplu, se observă că perioada de încălzire durează tot anul [7], întrucît pe Vîrful Omul temperatura medie lunară a lunii celei mai calde, august, este de +5,7°C.

Temperaturi de peste +5°C se înregistrează numai 55 de zile pe an, iar temperaturi mai mari de +10°C nu se înregistrează decît extrem de rar. Or, este ştiut că încălzirea încetează atunci cînd temperatura aerului exterior este mai mare de +10°C, ceea ce presupune, în cazul amintit, o funcţionare neîntreruptă a instalaţiei de încălzire.

Durata perioadei de încălzire şi condiţiile geografice, inclusiv posibilitatea de acces, impun dimensiunile rezervoarelor de combustibil lichid. Cînd combustibilul curent folosit este combustibil gazos este necesar să se prevadă şi combustibil de avarie lichid sau solid, spre a se asigura funcţionarea instalaţiei în cazul defecţiunilor de durată ivite în reţeaua de gaze naturale.

Posibilitatea schimbării combustibilului la cazane în caz de avarie impune verificarea tuturor agregatelor aferente în noile condiţii de funcţionare [5], [14].

Pe circuitul gazelor de ardere se va avea în vedere că debitele se modifică, aproximativ după raportul puterilor calorice inferioare

$$\frac{V_{g1}}{V_{g2}} \simeq \frac{P_{i1}}{P_{i2}}, \tag{11}$$

ventilatoarele de gaze de ardere, de aer, canalul de fum şi coşul trebuind să fie verificate la noul debit de gaz.

Bineînţeles, verificarea va ţine seama de faptul că avariile din reţeaua de gaze naturale sau din gospodăria de combustibil lichid nu poate fi de mare durată.

Pentru pompele de combustibil lichid trebuie avută în vedere variaţia vîscozităţii dinamice cu temperatura după legea experimentală

$$\eta\theta^n = \text{constant} \tag{12}$$
$$n = 1{,}75\,.\;.\;.\,2{,}5$$

iar folosirea scării Engler se face după

$$\eta = 0{,}1\gamma\left(7{,}42\;E - \frac{6{,}44}{E}\right)\;[\mathrm{kgf}\,.\,\mathrm{s/m^2}] \tag{13}$$

unde γ este greutatea specifică în kgf/m^3 şi E numărul de grade Engler. Dacă variază şi presiunea, atunci

$$\eta = \eta_1(1 + ap) \tag{14}$$
$$a = 0{,}0013\,.\;.\;.\,0{,}003$$

unde η_1 este vîscozitatea dinamică la presiunea de 1 ata, iar p este presiunea în at.

Coeficientul de simultaneitate al pompelor se recomandă a fi de 50%.

Instalaţia de cazane trebuie să aibă o rezervă de cel puţin 50% şi chiar 100% în cazurile unor clădiri cu o tehnologie severă (relee radio, relee de televiziune etc.).

Instalaţia de aer de ardere trebuie dimensionată în condiţiile unor densităţi diferite cu altitudinea ale oxigenului şi azotului în aer [22], după relaţiile

$$\rho_{O_2} = 0{,}21\rho_1 \exp\left(-\,0{,}0378\,\frac{Z}{T}\right), \tag{15}$$

$$\rho_{N_2} = 0{,}79\rho_1 \exp\left(-\,0{,}033\,\frac{Z}{T}\right), \tag{16}$$

unde ρ_1 este densitatea aerului la altitudinea $Z = 0$. Se observă că concentraţia în azot creşte cu înălţimea şi ventilatoarele vor avea debitul mărit în consecinţă. Avîndu-se în vedere că fabricile furnizoare indică parametrii ventilatoarelor la altitudini mici, se va ţine seamă de variaţia presiunii ventilatorului cu densitatea după

$$\Delta p = \rho\,(u_2 c_{u2} - u_1 c_{u1}) \tag{17}$$

unde u şi c_u sînt componente clasice ale triunghiului de viteze la intrarea (indicele 1) şi ieşirea (indicele 2) din rotor [13].

Pe această cale rezultă valoarea corectată a presiunii ventilatorului

$$\Delta p = \Delta p_0 \frac{\rho}{\rho_0} \tag{18}$$

unde se cunoaşte [22]

$$\rho = \rho_0 \exp\left(-\,0{,}0341 \frac{Z}{T}\right), \tag{19}$$

cu ρ_0 densitatea aerului la altitudinea $Z = 0$.

Dacă ventilatorul este folosit pentru gaze fierbinţi,trebuie făcută corecţia şi pentru temperatură tot după o relaţie de tipul (18)

$$\Delta p_2 = \Delta p_1 \frac{T_1}{T_2}, \tag{20}$$

T_1 fiind de regulă 293,15 K (20°C) şi T_2 temperatura absolută de lucru. Calcularea presiunii ventilatorului trebuie corelată cu determinarea căderilor de presiune din reţeaua la care se racordează, avîndu-se în vedere relaţia lui H.P.G. Darcy

$$\Delta p = \lambda \frac{l_e}{d} \cdot \frac{W^2}{2} \rho \tag{21}$$

cu semnificaţiile cunoscute [8], [12], [16], [23].

Aceste observaţii rămîn valabile şi pentru instalaţiile de ventilare şi condiţionare a aerului. În plus, la aceste instalaţii se atrage atenţia asupra faptului că diagramele $i - x$ clasice construite pentru aerul umed sînt valabile pentru presiuni atmosferice de 745 torri sau 760 torri, ori instalaţiile de altitudine sînt solicitate la presiuni mult mai scăzute. În acest caz trebuie efectuat un calcul complet, conform legilor generale ale gazelor umede [8], [12], [15], [16], [22], [23], ţinîndu-se seamă şi de variaţia densităţii cu altitudinea. Este evident că în timpul exploatării se vor ivi minime barometrice la care instalaţia să nu dea satisfacţie.

V. OBSERVAŢII PRIVIND EXPLOATAREA INSTALAŢIILOR TERMICE DE ALTITUDINE

Se atrage atenţia asupra faptului că în sala cazanelor trebuie montat un barometru, pentru ca în exploatarea instalaţiei să se ţină seama de scăderea presiunii atmosferice. Astfel, cînd instalaţia funcţionează cu abur de joasă presiune, o dată cu scăderea presiunii atmosferice trebuie intensificată arderea şi mărită presiunea aburului. În acest fel se poate asigura sarcina termică a corpurilor de încălzire, menţinîndu-se constantă temperatura medie a agentului termic.

Soluţia ideală o constituie automatizarea instalaţiei de ardere în funcţie de presiunea atmosferică, soluţie care prezintă evidente avantaje.

Este interesant de reţinut şi faptul că viscolirea zăpezii, un fenomen curent în zona de munte, impune controlarea continuă a prizelor de aer de ardere sau de ventilare spre a nu se înfunda cu zăpadă şi curăţirea frecventă a gheţii, spre a se asigura parametrii proiectaţi ai instalaţiilor.

Ţevile de aerisire ale rezervoarelor de condens sau de combustibil ca şi vasele de expansiune — acolo unde există — trebuie, de asemenea, curăţate de zăpadă şi de gheaţă.

În multe cazuri zăpada blochează uşile şi ferestrele pînă la niveluri superioare, stratul de zăpadă jucînd în acest caz rolul de izolator termic şi micşorînd „pierderile de căldură”. Dacă nu afectează structurile constructive şi tehnologia (inclusiv ventilarea încăperilor), curăţirea zăpezii nu mai este obligatorie decît la ieşirile necesare evacuării în caz de incendiu. Pentru a se evita situaţiile dificile în care s-ar putea afla la un moment dat instalaţia de cazane, este necesar ca sala cazanelor să aibă un coş de ventilare, indiferent de capacitatea instalaţiei.

În cazul unui grup de clădiri amplasat la mare altitudine, comunicaţia pe timp de iarnă între clădiri se poate face optim printr-un tunel de legătură în care se amplasează toate conductele de racord.

La instalaţiile de încălzire cu abur, aşa cum s-a mai spus, este indicată recuperarea condensului prin cădere liberă, evitîndu-se rezervoarele şi pompele de condens. Soluţia aceasta înlătură şi pierderile de vapori în atmosferă, pe lîngă alte avantaje evidente. Acolo unde recuperarea condensului prin cădere liberă nu este posibilă se pot adopta panouri radiante, care pot avantaja adoptarea soluţiei de mai sus. Panourile radiante montate pe tavan pot avea şi un aspect arhitectonic plăcut, dacă se prevăd la partea inferioară cu un fagure de aluminiu.

★

Problemele care se pot ivi în proiectarea şi exploatarea instalaţiilor termice amplasate în munţi sînt legate şi de poziţia geografică, condiţiile de acces şi de izolare, denivelarea terenului etc. În genere, aceste probleme pot fi soluţionate pe baza indicaţiilor din această lucrare. În lucrare nu se poate trata exhaustiv problema din cauza multiplelor aspecte particulare, dar se atrage atenţia asupra importanţei ei şi asupra căilor de soluţionare.

Bibliografie

[1] Cişman A. : *Fizica generală*, vol. I şi II. Ed. tehnică, Bucureşti, 1959.

[2] • • • : *D.I.N. 4701–59*.

[3] • • • : *Formular matematic şi tehnic*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1950.

[4] Georgescu S.. Andjulovici A. : *Confortul termic în clădiri*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1966.

[5] Ghia V., Grecov D. : *Schimbarea combustibilului gazos la cuptoarele metalurgice*. Studii şi cercetări de energetică, nr. 4, 1961.

[6] Hornstein H. : *Încălziri centrale*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1962.

[7] Institutul meteorologic : *Clima R.P.R.*, vol. I şi II. Bucureşti, 1961.

[8] Kissin M.I. : *Otoplenia i ventiliaţia*, 1955.

[9] Leonăchescu N. : *Acumularea căldurii în pereţi*. Bul. Şt. Inst. Constr. Bucureşti, nr. 12, 1964.

[10] Leonăchescu N. : *Contribuţie la studiul propagării căldurii prin sol*. Teza de doctorat. Institutul politehnic, Bucureşti, 1967.

[11] Leonăchescu N. : *Izolaţie termică pentru pardoselile încăperilor cu deschidere mare*. Brevet de invenţie al R.S.R.–O.S.I. nr. 49.285/1967.

[12] Macsimov G.A. : *Otoplenia i ventiliaţia*, 1963.

[13] • • • : *Manualul inginerului termotehnician*, vol. I, II şi III. Ed. tehnică, Bucureşti, 1961.

[14] Fănoiu N., Grecov D., Ungureanu C., Singer G., Carabogdan I. – *Instalaţii de ardere*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1968.

[15] Popa B., Hoffman V., Nicolescu T., 'Şova V., Băţagă N. : *Termotehnica şi maşini termice*. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1964.

[16] Rietschel–Raiss : *Heiz und Lüftungstechnik*. Springer–Verlag, Berlin 1963.

[17] • • • : *STAS 1907–52. Calculul pierderilor de căldură*.

[18] • • • : *STAS 1797–56. Dimensionarea suprafeţelor de încălzire*.

[19] • • • : *STAS 1488–54. Temperaturi exterioare*.

[20] • • • : *STAS 1542–61. Temperaturi interioare*.

[21] Sorin S.N. : *Teploperedacia*, 1964.

[22] Vlădea I. : *Manual de termotehnică*. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1962.

[23] Voinescu V., Niculescu N., Lăzărescu L. : *Îndrumătorul instalatorilor*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1964.

[24] Vukalovici M.P. : *Proprietăţile termodinamice ale apei şi ale aburului*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1967.

Betonul uşor de granulit, simplu şi armat, solicitat la compresiune centrică

Conf. dr. ing. I. Tertea, ing. Marieta Beuran
Institutul politehnic Cluj

I. INTRODUCERE

Înlocuirea pietrişului din structura betonului cu un agregat artificial poros de tipul argilei expandate (fabricat în ţara noastră sub denumirea de *granulit*), modifică favorabil proprietăţile betonului, obţinîndu-se, la aceeaşi marcă, o reducere a greutăţii proprii în medie cu 25%, o izolare termică de două ori mai bună şi o rezistenţă la foc superioară. Folosirea betoanelor uşoare pe o scară din ce în ce mai mare la executarea elementelor de beton armat sau precomprimat necesită cunoaşterea particularităţilor comportării acestui material sub acţiunea diferitelor solicitări. *Prezentul studiu este consacrat evidenţierii modului de comportare a betonului uşor de rezistenţă din argilă expandată, simplu şi armat, solicitat la compresiune axială.*

II. PROGRAMUL DE EXPERIMENTARE

II.1. Elementele experimentale

Betonul uşor folosit la executarea elementelor experimentale a fost preparat după următoarea reţetă (pentru un m^3) :

— ciment RIM 200	325 kg
— apă	225 l
— nisip de rîu (0—3)	270 kg
— granulit (0—15)	1030 kg

Armăturile au fost executate din bare netede OL 38 (σ_c = = 2 400 kgf/cm^2) şi cu profil periodic laminat la cald PC 52 (σ_c = 3 700 kgf/cm^2).

Elementele experimentale reprezintă stîlpi scurţi cu lungimea de 90 cm. S-au executat : 7 stîlpi dreptunghiulari (15 × 20 cm) din beton simplu, 26 stîlpi dreptunghiulari (15 × 20 cm) cu armături longitudinale şi etrieri (denumiţi în cele ce urmează stîlpi obişnuiţi) şi 14 stîlpi circulari (D = = 20 cm) cu armături longitudinale şi fretă.

Armarea stîlpilor obişnuiţi şi fretaţi este indicată în figura 1, iar seria elementelor distincte încercate este specificată în tabelele 1, 2 şi 3. Pentru a evita strivirea betonului la extremităţile stîlpilor armaţi, acestea au fost consolidate, fie prin mărirea secţiunii de beton, fie prin suplimentarea armăturii transversale. Capetele stîlpilor fretaţi au fost realizate pe o lungime de 20 cm din beton greu de marcă B 300 kgf/cm^2.

Stîlpii dreptunghiulari au fost turnaţi în poziţie orizontală, iar cei circulari în poziţie verticală. Pentru toţi stîlpii s-au folosit cofraje de lemn. Betonul a fost îndesat cu ajutorul pervibratoarelor. O dată cu stîlpii s-au turnat şi probe de control pentru verificarea calităţii betonului.

După decofrare, atît stîlpii, cît şi probele de control au fost păstrate timp de 7 zile în mediu umed şi apoi, pînă la încercare, în mediu uscat.

II.2. Încercarea stîlpilor

Sarcina asigurată de o presă hidraulică de 300 tf (fig. 2) a fost aplicată, cu o viteză de 7 kgf/cm^2/sec., în trepte de 5 t, reprezentînd între 0,05 şi 0,1 din forţa de rupere.

La încercarea tuturor stîlpilor s-au măsurat deformaţiile longitudinale pentru diferite trepte de încărcare, observîndu-se totodată starea de fisurare şi modul de rupere. La stîlpii de beton simplu s-au înregistrat pe înălţimea stîlpului, pe lîngă deformaţiile longitudinale, şi cele transversale.

Pentru măsurarea deformaţiilor s-au folosit ceasuri comparatoare şi traductori electrici rezistivi (fig. 3). În scopul verificării conlucrării dintre betonul uşor şi armăturile netede s-a urmărit, cu ajutorul unor traductori lipiţi pe armătură înainte de turnarea betonului (fig. 4), scurtarea barelor la diferite trepte de încărcare.

O parte din stîlpi, înainte de a fi solicitaţi la sarcina de rupere (P_r), au fost descărcaţi de la treptele de încărcare 0,5P_r şi 0,75 P_r, pentru a li se măsura deformaţiile remanente.

III. REZULTATELE ÎNCERCĂRILOR

III.1. Încercări preliminare

Rezistenţa cubică a betonului uşor folosit a variat între 200 şi 250 kgf/cm^2, iar densitatea aparentă între 1650 şi 1750 kg/m^3.

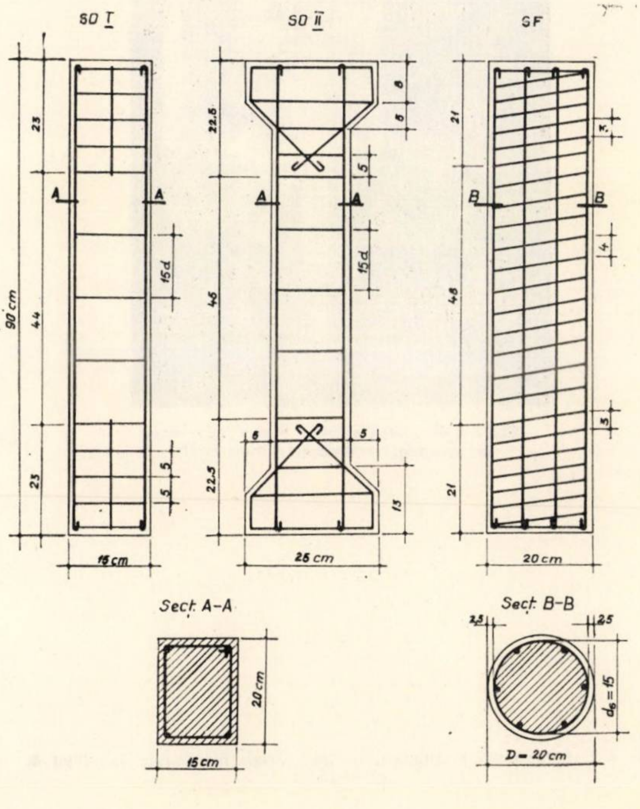
Curbele caracteristice ridicate la stabilirea modulului de elasticitate, pe epruvete prismatice de 10 × 10 × 30 cm, sînt reprezentate în figura 5. După cum se poate vedea, scurtările limită variază între 1,9 şi 2,8 mm/m. Modulul de elasticitate mediu are valoarea de 159 000 kgf/cm^2.

III.2. Stîlpi de beton simplu

Rezultatele principalelor măsurători efectuate sînt cuprinse în tabela 1.

Deformaţiile longitudinale şi transversale, în funcţie de treapta de încărcare, se înscriu după curbe de tipul celor prezentate în figura 6, a căror alură nu diferă de cea obţinută în cazul betonului greu.

Fig. 1 — Armarea stîlpilor obişnuiţi şi fretaţi



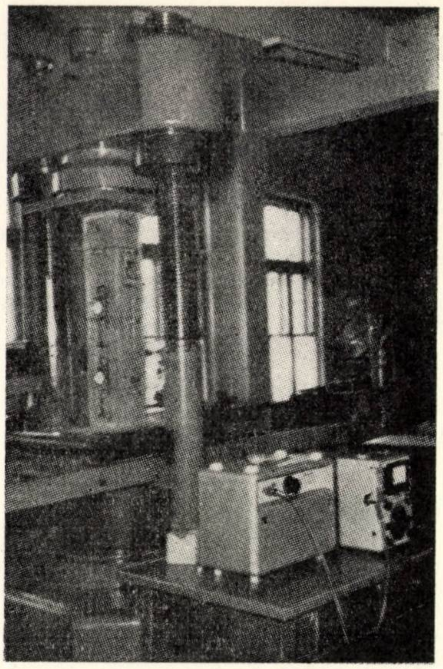


Fig. 2 – Încercarea stîlpilor

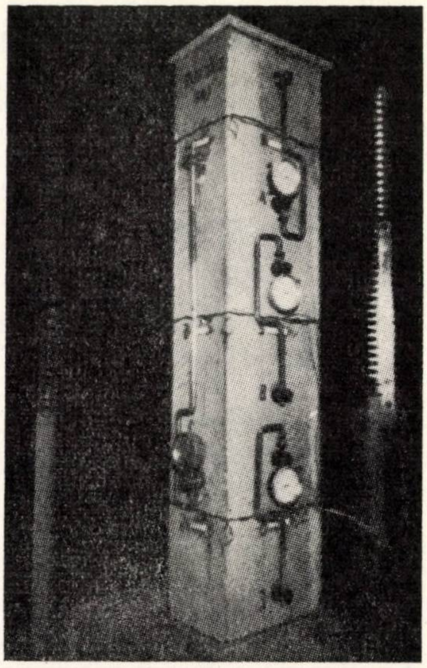


Fig. 3 – Echiparea stîlpilor pentru măsurarea deformațiilor longitudinale și transversale

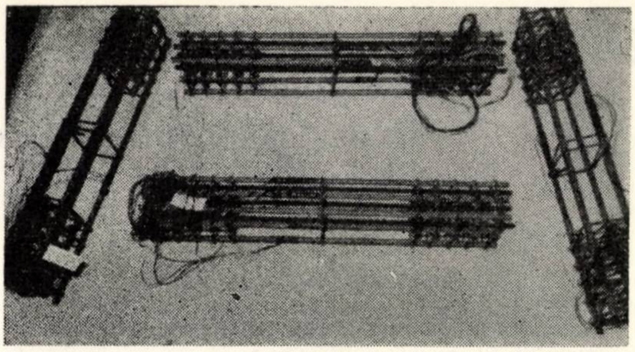


Fig. 4 – Traductori electrici rezistivi lipiți pe armături înainte de turnarea betonului

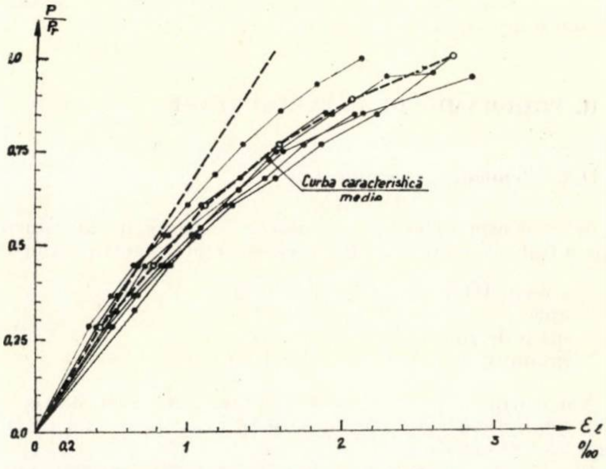


Fig. 5 – Curbe caracteristice ale betonului ușor de granulit

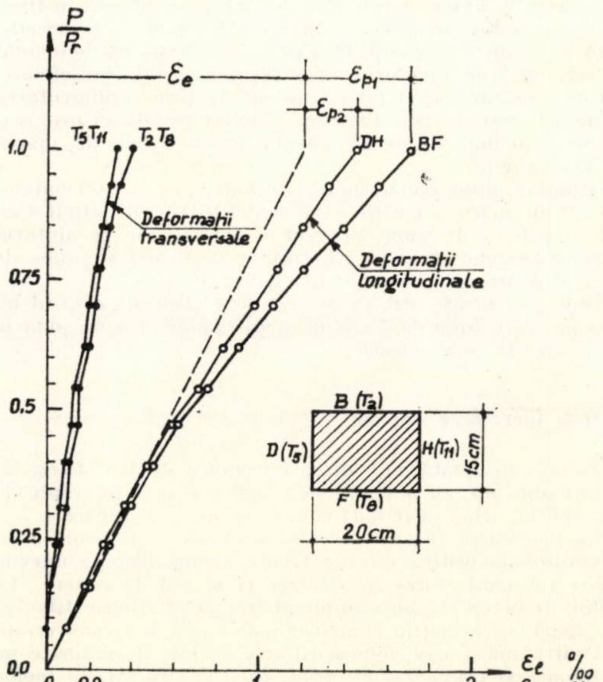


Fig. 6 – Deformațiile longitudinale și transversale înregistrate la stîlpii de beton simplu

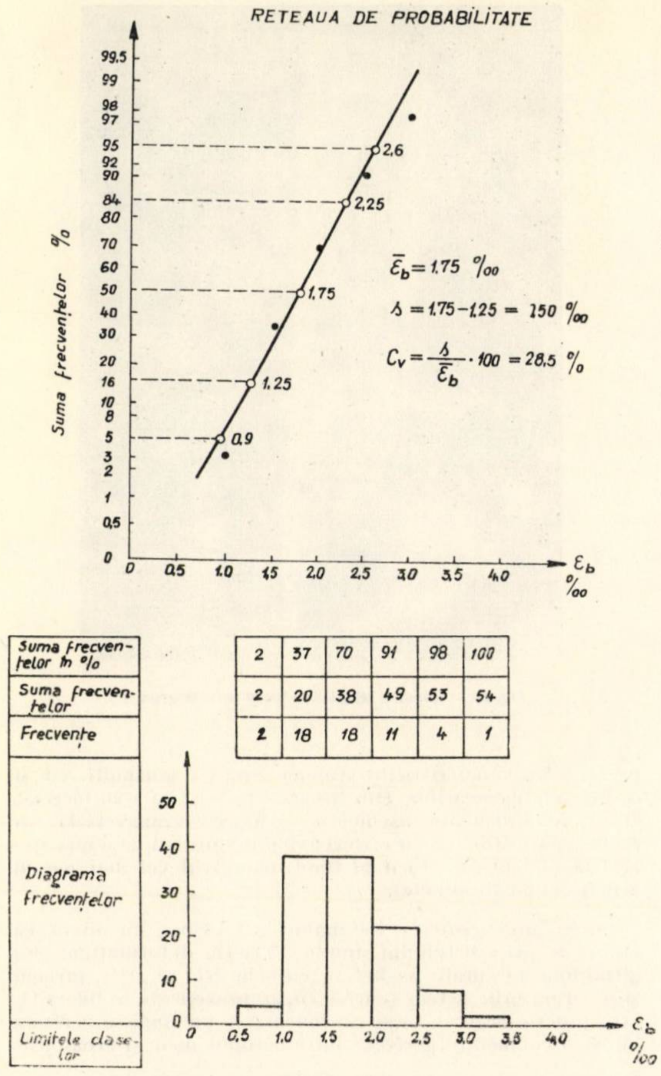


Fig. 7 — Interpretarea statistică a scurtării limită a betonului de granulit

Scurtarea limită (ε_b) a fost înregistrată practic la trepte de încărcare cuprinse între 0,9 şi 1,0 P_r. Interpretarea statistică a măsurătorilor efectuate este prezentată în figura 7. Într-o reţea de probabilitate, funcţia de frecvenţă a scurtării limită a betonului simplu descrie o dreaptă, ceea ce atestă distribuţia normală a variabilei aleatorii studiate.

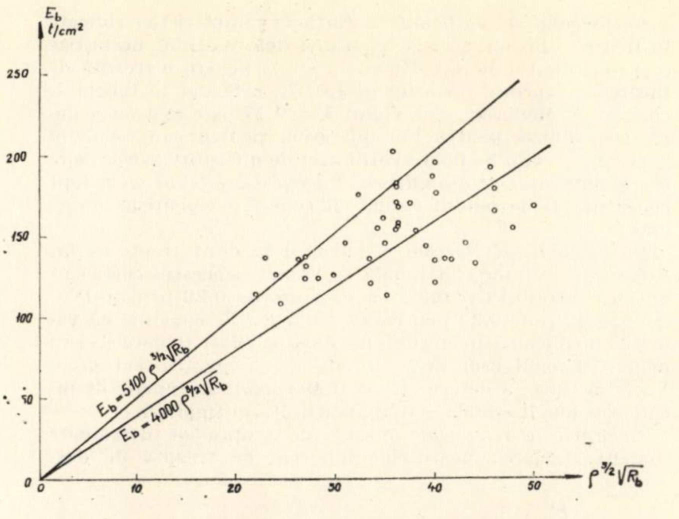


Fig. 8 — Modulul de elasticitate al betonului uşor de granulit în funcţie de densitatea aparentă şi rezistenţa cubică

Din grafic se poate vedea că valoarea medie a scurtării limită este egală cu 1,75 mm/m şi că pentru un nivel de semnificaţie de 5 %, intervalul de încredere este cuprins între 0,9 şi 2,6 mm/m. Coeficientul de variaţie apreciabil al scurtării limită ($C_v = 28{,}5$ %) relevă gradul accentuat de împrăştiere a acestei mărimi.

Modulul de elasticitate al betonului, determinat pe stîlpi prin măsurarea coeficientului unghiular al tangentei la curba caracteristică în originea axelor de coordonate, prezintă valorile medii cuprinse în tabelul 1, coloana 8. Media acestor valori, $E_b = 162\,700$ kgf/cm², este foarte apropiată de cea determinată la încercările preliminare conform STAS 5586—62. În figura 8 sînt înscrise valorile modulului de elasticitate al betonului uşor de granulit determinate experimental în funcţie de densitatea aparentă (ρ) şi de rezistenţa cubică (R_b). Se vede că rezultatele încercărilor se încadrează între dreptele definite de relaţia empirică

$$E_b = (4000 \ldots 5100)\sqrt{\rho^3 R_b} \qquad (1)$$

valabilă atît pentru betonul uşor, cît şi pentru cel greu [1, 2]. Coeficientul 5100 este recomandat de Comitetul European al Betonului (CEB). În relaţia de mai sus ρ se măsoară în kg/dm³, iar R_b în kgf/cm². Faţă de betonul greu (cu pietriş şi nisip), cel uşor de granulit, la aceeaşi marcă, are un modul de elasticitate mai mic cu 40—50 %. Reducerea modulului de elasticitate al betonului uşor afectează puţin capacitatea portantă a elementelor de beton armat. În schimb, poate influenţa substanţial stabilitatea acestora [3], starea limită de deformaţie şi de fisurare.

Tabela 1

Rezultatele încercărilor la stîlpii de beton simplu

Indicativ	ε_b ‰	ε_e ‰	ε_p ‰	$\lambda = \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_b}$	$\nu = \varepsilon_{tr}/\varepsilon_b$ $\frac{P}{P_r} = 0{,}25$	 0,50	E_b t/cm²	R_{pr} kg/cm²	R^s_{pr} kg/cm²	$\frac{R^s_{pr}}{R_{pr}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SI a	1,60	1,22	0,38	0,238	0,19	0,19	178	228	216	0,95
SI b	1,28	0,90	0,38	0,298	0,21	0,25	187	232	183	0,79
SI c	2,02	1,35	0,67	0,332	0,23	0,26	156	228	250	1,10
SI d	1,60	1,23	0,37	0,231	0,19	0,26	163	232	216	0,93
SI e	2,01	1,25	0,76	0,378	—	—	174	254	216	0,85
SI f	1,98	1,55	0,43	0,217	0,19	0,20	140	240	233	0,97
SI g	2,13	1,65	0,48	0,225	—	—	141	254	250	0,98

Coeficientul de plasticitate λ. Curbele caracteristice ridicate la fiecare stîlp au permis separarea deformaţiilor neelastice (ε_p) din cele totale (ε_b). Raportul lor λ, pentru o treaptă de încărcare cuprinsă între 0,9 şi 1,0 P_r, este dat în tabela 1, coloana 5. Media acestor valori $\lambda = 0{,}27$ este mai mică decît cea admisă pentru betonul greu, pentru care se ia în general $\lambda = 0{,}5$. Se poate vorbi deci de o *fragilitate mai mare a betonului uşor de granulit decît aceea a betonului greu*, fapt confirmat şi de modul casant al ruperii elementelor încercate.

Coeficientul lui Poisson ν, măsurat la două trepte de încărcare, este înscris în tabela 1. Valoarea acestui coeficient variază între 0,19 şi 0,26, cu o medie de 0,20 pentru $P = 0{,}25\ P_r$ şi de 0,23 pentru $P = 0{,}5\ P_r$. Se constată că valoarea medie a coeficientului lui Poisson poate fi luată aceeaşi pentru betonul uşor de granulit, ca şi pentru cel greu. Variaţia tipică a deformaţiilor transversale în funcţie de încărcarea longitudinală este reprezentată în figura 6.

Deformaţiile remanente cresc cu treapta de descărcare (fig. 9). Reluarea încărcării, indiferent de treapta de descărcare anterioară, înscrie curba caracteristică după traseul încărcării aplicat o singură dată, La descărcare, curba caracteristică a betonului uşor admite, ca şi în cazul betonului greu, o tangentă paralelă cu cea dusă în originea axelor la ramura ascendentă.

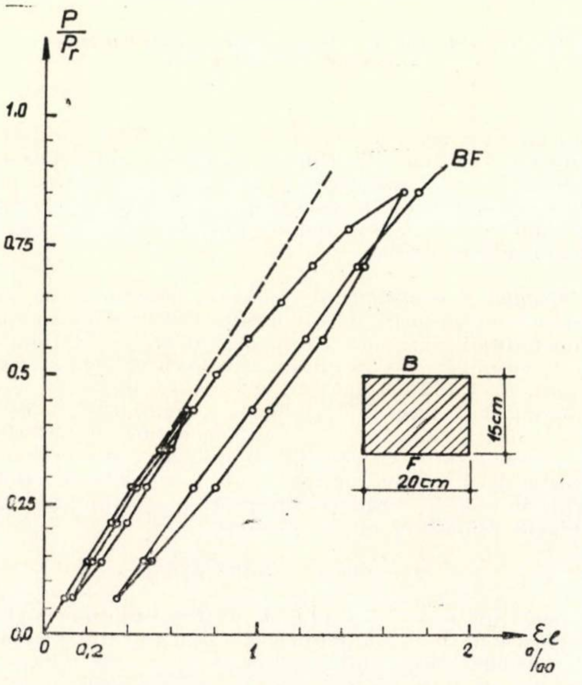


Fig.9 — Deformaţiile remanente ale betonului uşor la diferite trepte de descărcare

Ruperea stîlpilor de beton uşor de granulit se datoreşte apariţiei şi deschiderii unei fisuri paralele cu direcţia de acţionare a încărcării (fig. 10). Fisurile longitudinale apar în vecinătatea ruperii, care se produce casant. Deformaţiile transversale înregistrate la majoritatea stîlpilor pînă în momentul ruperii au atins valori medii de 0,3 mm/m. După unii autori [4], această mărime corespunde alungirii limită a betonului de granulit.

Rezistenţa betonului din stîlpi (R^{*}_{pr}) a fost în general mai mică decît cea obţinută pe prismele de control (R_{pr}), după cum se poate citi din coloana 11 a tabelei 1. Diferenţele se pot datora atît neomogenităţii betonului, cît şi faptului că, la stîlpi, raportul dintre înălţime şi latura minimă a secţiunii a fost de două ori mai mare decît la prismele de control.

III.3. Stîlpii armaţi obişnuiţi

Elementele experimentale au fost executate folosindu-se bare netede (OL 38) şi cu profil periodic (PC 52) într-un procent de armare variind de la 0,38 la 3,07%. În tabela 2 sînt prezentate caracteristicile stîlpilor armaţi obişnuiţi, cît şi rezultatele încercărilor. Din fiecare tip de stîlp s-au încercat cîte două elemente asemenea. Armarea transversală s-a realizat la toţi stîlpii cu etrieri avînd diametrul de 6 mm aşezaţi la distanţa de 15 *d* (*d* fiind diametrul cel mai mic al armăturii longitudinale).

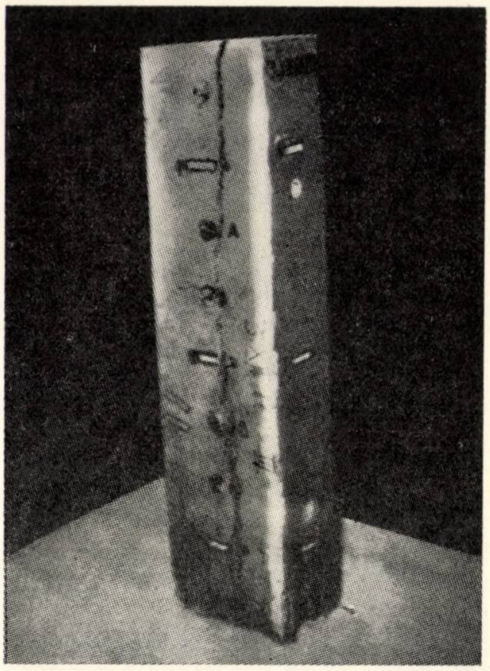
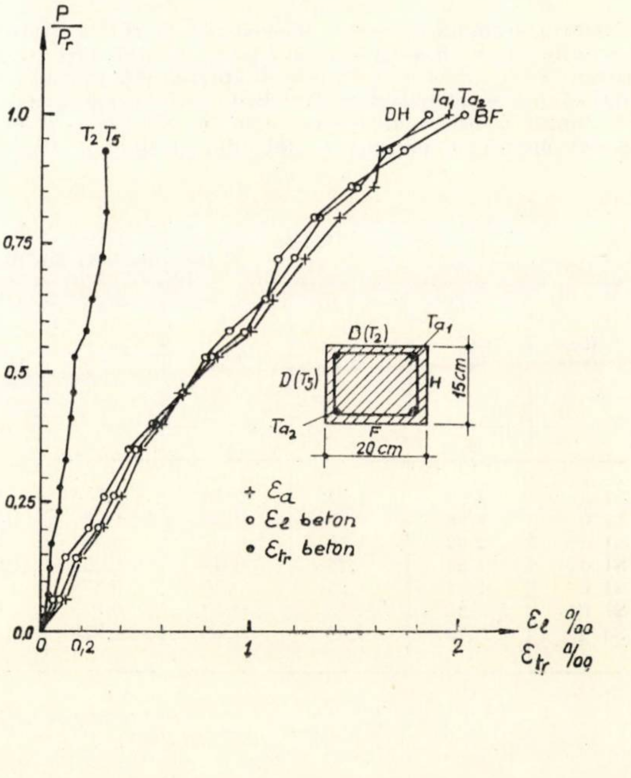


Fig. 10 — Ruperea stîlpilor de beton uşor nearmaţi

Curba caracteristică a betonului uşor armat nu diferă, ca alură, de cea a betonului simplu. Variaţia deformaţiilor longitudinale măsurate pe beton (curbele *BF* şi *DH*), precum şi pe armăturile netede (curba $Ta_{1,2}$), prezentate în figura 11, este practic aceeaşi, ceea ce dovedeşte, pe lîngă o centrare bună, o conlucrare perfectă între betonul uşor şi armăturile

Fig. 11 — Deformaţiile longitudinale şi transversale înregistrate pe stîlpii de beton uşor armaţi



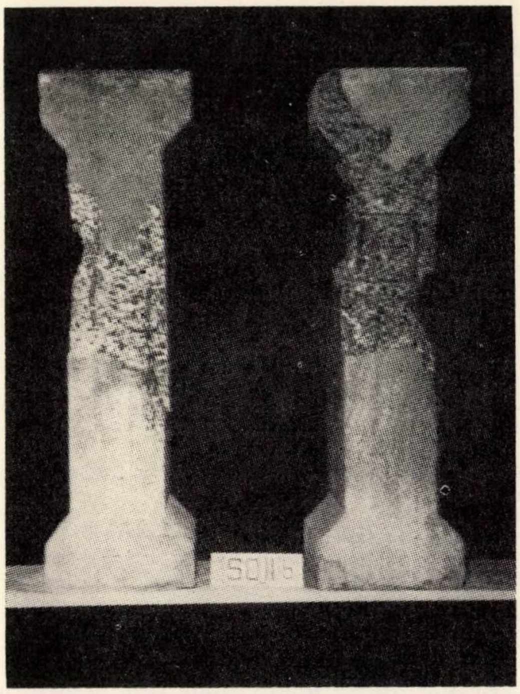
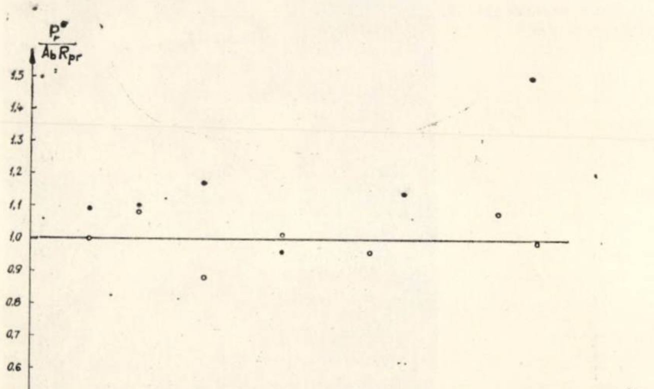


Fig. 12 – Ruperea stîlpilor de beton ușor de granulit armați cu bare longitudinale și etrieri

netede. Concluzia este cu atît mai valabilă pentru armăturile cu profil periodic.

Pentru $P \leqslant 0,5\ P_r$ se poate considera o proporționalitate liniară între deformații și încărcări. Peste această treaptă de încărcare apar și deformații neelastice, datorită cărora curba caracteristică se îndepărtează de dreapta inițială. La ruperea stîlpilor s-a produs flambarea armăturii longitudinale (fig. 12). Prelucrarea statistică a valorilor scurtărilor limită ale betonului, înregistrate în momentul ruperii stîlpilor armați, prezintă, pentru un nivel de semnificație de 5%, un interval de încredere cuprins între 0,8 și 2,7 mm/m, cu o valoare medie de 1,75 mm/m, identică cu cea obținută la stîlpii de beton simplu. Deformațiile transversale măsurate la stîlpii armați obișnuiți (fig. 11) reprezintă, în medie, aceeași fracțiune din deformațiile longitudinale ca și la stîlpii nearmați. Cele de mai sus arată că armătura transversală sub formă de etrieri dispuși la distanța de 15 *d* (prescrisă în cazul stîlpilor de beton greu armat) nu împiedică deformațiile transversale și în consecință nu influențează mărimea deformațiilor longitudinale, indiferent de procentul de armare longitudinal al stîlpilor.

Fig. 13 – Capacitatea portantă relativă a stîlpilor de beton de granulit, în funcție de procentul de armare (● – OL 38; ○ – PC 52)



Corespunzător valorii medii a scurtării limită a betonului ușor, efortul din armătură este de 3 700 kgf/cm², valoare cel puțin egală cu limita de curgere a oțelurilor folosite.

Capacitatea portantă a stîlpilor de beton ușor armați cu bare longitudinale și etrieri, calculată cu relația

$$P_r = \varphi\,(A_b R_{pr} + A_a\,\sigma_z) \qquad (2)$$

este trecută în tabela 2, coloana 7. Valorile sarcinii de rupere au fost calculate considerînd rezistența prismatică (R_{pr}) determinată pe epruvetele de control, limita de curgere normală a oțelului corespunzătoare tipului de armătură folosită și un coeficient de flambaj (φ) egal cu unu. Sarcina de rupere stabilită experimental s-a constatat a fi, în general, mai mică decît cea calculată după relația (2), diferențele ajungînd pînă la 26% (tabela 2, coloana 8). Capacitatea portantă a stîlpilor de beton ușor este puțin influențată de procentul de armare longitudinal, după cum se poate vedea din figura 13. Unele elemente încercate au prezentat chiar o sarcină de rupere mai mică decît a stîlpilor de beton simplu de aceeași marcă.

Tabela 2

Rezultatele încercării stîlpilor armați cu bare longitudinale și etrieri

Indicativ	Tipul oțelului	Armarea longitudinală	μ %	R_{pr} kg/cm²	P_r^e t	P_r^c t	$\frac{P_r^e}{P_r^c}$
1	2	3	4	5	6	7	8
SOI a	OL38	4∅6	0,38	200	60,00	62,70	0,96
SOIIa	PC52	4∅6	0,38	146	47,50	48,00	0,99
SOIb	OL38	4∅8	0,67	232	75,00	74,30	1,01
SOIIb	PC52	4∅8	0,67	160	52,75	55,40	0,95
SOIc	OL38	4∅10	1,04	200	52,50	67,50	0,78
SOIIc	PC52	4∅10	1,04	125	44,00	49,10	0,90
SOId	OL38	4∅12	1,51	232	70,00	80,40	0,87
SOIId	PC52	4∅12	1,51	173	50,50	68,80	0,74
SOIe	OL38	4∅14	2,06	254	72,50	89,60	0,81
SOIIe	PC52	6∅12	2,26	173	59,25	77,00	0,77
SOIf	OL38	4∅14 2∅12	2,83	240	77,50	90,40	0,86
SOIg	OL38	6∅14	3,07	254	75,00	96,20	0,78
SOIIg	PC52	8∅12	3,02	138	62,50	75,10	0,83

Diferența dintre capacitatea portantă calculată și cea reală se poate explica prin deosebirea dintre rezistența prismatică a betonului determinată pe epruvetele de control și cea reală din stîlpi, cît și prin pierderea stabilității barelor longitudinale datorită retransmiterii mai accentuate a eforturilor de la beton la armătură în vecinătatea ruperii. Întrucît ruperea stîlpilor armați a produs totdeauna flambarea armăturii longitudinale (fig. 12), considerăm că o îmbunătățire a capacității portante a acestor elemente poate fi asigurată prin reducerea distanței dintre etrieri la maximum 10 *d*.

III.4. Stîlpi fretați

Elementele experimentale, în număr de 14, au avut șase procente de armare longitudinală și transversală distincte. Modul de armare este arătat în figura 1, iar valoarea procentelor de armare este prezentată în tabela 3. Ca armături longitudinale au fost folosite bare cu profil periodic (PC 52), iar pentru fretă, bare netede (OL 38). Pasul fretei a fost același la toți stîlpii : 4 cm.

Curba caracteristică a stîlpilor fretați de beton de granulit este asemănătoare cu cea de la stîlpii armați obișnuit. Procentul de armare longitudinal influențează puțin asupra alurii curbei, cît și a scurtărilor limită. În schimb, cu cît armarea transversală este mai puternică, cu atît deformațiile longitudinale sînt mai mari (fig. 14). Scurtarea limită a stîlpilor fretați a atins valori cuprinse între 3,5 și 5,5 mm/m. După cum se vede, prin fretare, betonul de granulit prezintă

Tabela 3

Rezultatele încercării stîlpilor fretați

Indicativ	Nr. stîlpilor	Armarea longitudinală	μ %	Diametrul fretei mm	μ_s %	$\frac{\mu_s}{\mu}$	R_{pr} kg/cm²	P_r^e t	P_r^c t	$\frac{P_r^e}{P_r^c}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SF a	2	4∅ 6	0,61	4	0,82	1,35	126	43,25	36,80	1,17
SF b	2	4∅ 8	1,08	5	1,28	1,19	126	47,50	51,27	0,93
SF c	2	4∅10	1,69	6	1,84	1,09	192	66,35	67,90	0,98
SF d	3	4∅12	2,42	7	2,50	1,02	214	79,75	84,40	0,95
SF e	2	4∅14	3,34	5	1,27	0,38	170	57,50	64,60	0,89
SF f	3	8∅12	4,90	8	2,61	0,53	217	90,70	103,30	0,88

deformații longitudinale de 2,5 ori mai mari decît în cazul cînd deformațiile transversale nu sînt împiedicate.

Ruperea stîlpilor fretați de beton de granulit se produce — ca și în cazul betonului greu — prin ruperea armăturii transversale, flambarea barelor verticale și strivirea betonului (fig. 15). La o încărcare mai mare ca 0,8 P_r, stratul de beton care acoperă freta se detașează.

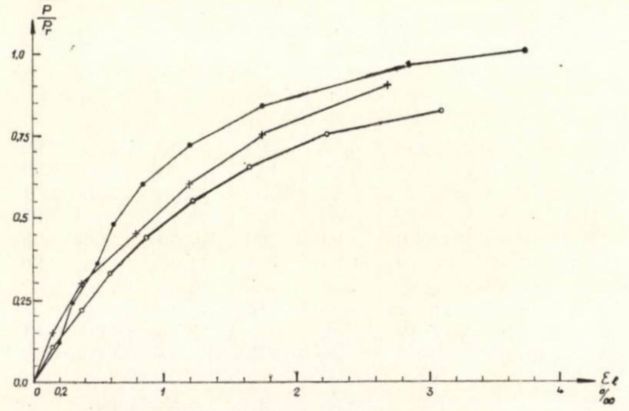


Fig. 14 – **Curba caracteristică a stîlpilor fretați cu diferite procente de armare (● – μ_s = 0,82% ; × – μ_s = 1,84% ; ○ – μ_s = 2,61%)**

Capacitatea portantă a stîlpilor fretați a fost calculată cu relația

$$P_r = A_{bs}\,(R_{pr} + \mu\sigma_c + 2{,}5\,\mu_s\sigma_c) \qquad (3)$$

în care (vezi și fig. 1),

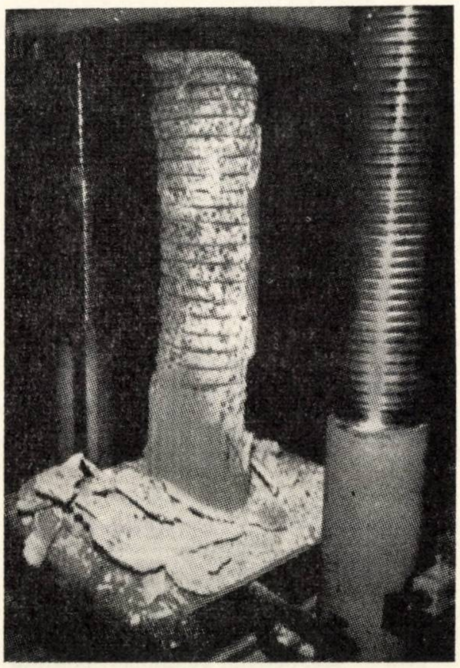
$$A_{bs} = \frac{\pi\, d_s^2}{4}\,;\ \mu = \frac{A_a}{A_{bs}}\,;\ \mu_s = \frac{A_{as}}{A_{bs}}\,;\ A_{as} = \frac{\pi\, d_s A_s}{s}.$$

Rezultatele sînt trecute, pentru fiecare stîlp în parte, în tabela 3, coloana 10. Comparînd rezultatele experimentale cu cele de calcul (tabela 3, coloana 11), se poate trage concluzia că relația (3), folosită în cazul betonului greu, poate fi aplicată și în cazul betonului ușor de granulit, cu condiția respectării prescripțiilor privitoare la armătura transversală (pasul fretei s să fie mai mic decît 8 cm și decît $d_s/5$).

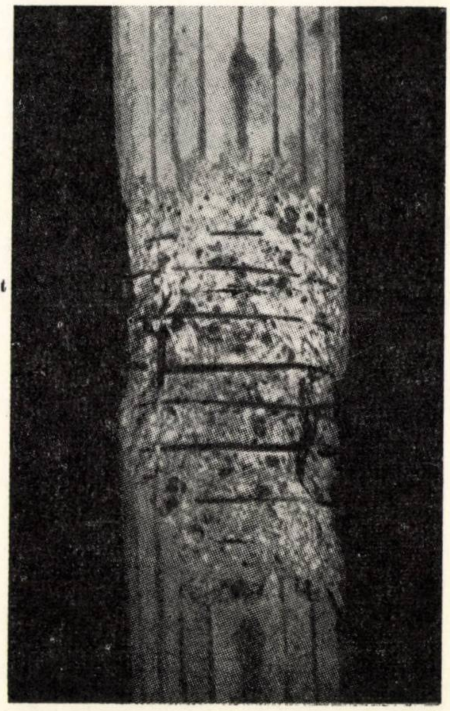
IV. CONCLUZII

Din analiza rezultatelor obținute la încercarea la compresiune axială a *betonului ușor de granulit* simplu, armat și fretat, subliniem următoarele concluzii mai importante, care pot fi folosite la proiectarea elementelor de rezistență din acest material :

a) Modulul de elasticitate poate fi considerat între 0,5 și 0,66 din cel al betonului greu de aceeași marcă. Pentru



a



b

Fig. 15 – **Ruperea stîlpilor fretați de beton de granulit**
a – vedere generală, *b* – detaliu

evaluarea modulului de elasticitate poate fi folosită relaţia (1).

b) Coeficientul de plasticitate λ este mai redus decît la betonul greu, putîndu-se lua valoarea medie de 0,25.

c) Coeficientul lui Poisson rămîne practic constant pentru încărcări sub 0,75 P_r şi poate fi luat egal cu 0,25. Cu această valoare, modulul deformaţiilor transversale devine $G_b = 0{,}4\ E_b$, adică aceeaşi fracţiune din modulul de elasticitate longitudinal admis la betonul greu.

d) Ruperea betonului simplu de granulit solicitat la compresiune se produce casant. Fisurile longitudinale apar în vecinătatea ruperii şi se deschid brusc.

e) Scurtările limită prin compresiune centrică ale betonului de granulit (de marcă 200—250 kgf/cm^2), cînd nu sînt împiedicate deformaţiile transversale pot fi considerate egale cu 1,75—2,00 mm/m. Încercările efectuate nu au scos în evidenţă vreo influenţă a procentului de armare longitudinală asupra valorii scurtării limită. Atunci cînd deformaţiile transversale sînt împiedicate (prin fretare), scurtările betonului uşor cresc, atingînd, la limită, valori medii de 4,5 mm/m.

f) Întrucît pericolul flambării armăturii longitudinale la stîlpii de beton uşor armaţi obişnuit (şi în consecinţă reducerea capacităţii lor portante) este mai accentuat decît la betonul greu, se recomandă (pînă la efectuarea unor studii speciale asupra acestei probleme) reducerea distanţei dintre etrieri la 10 *d*.

g) Conlucrarea dintre armăturile netede şi betonul uşor de granulit se menţine pînă la ruperea elementelor, datorită aderenţei bune ce se stabileşte între cele două materiale [5]. Concluzia este cu atît mai valabilă în cazul folosirii barelor cu profil periodic.

h) Stîlpii fretaţi de beton de granulit au aceeaşi capacitate portantă ca şi stîlpii similari de beton greu. În condiţiile respectării aceloraşi prescripţii de alcătuire, coeficientul de eficacitate al fretei poate fi luat tot 2,5.

Concluziile cercetării de faţă scot în evidenţă, pe lîngă unele particularităţi ale comportării mecanice a betonului uşor de granulit de marcă 200—250 kgf/cm^2, condiţiile folosirii acestui material în elementele de beton armat comprimate centric fără flambaj.

Bibliografie

[1] Short A.: *The CEB recommendations and the structural use of lightweight concrete*, London, Concrete, vol. 1, nr. 8, 1967.

[2] Pauw A.: *Static modulus of elasticity of concrete as affected by density*, Proceedings American concrete institute, vol. 2, nr. 12, 1965.

[3] Grimer F. J.: *Tests on lightweight concrete columns*. Sructural concrete, vol. 2, nr. 12, 1965.

[4] Ivanov—Deatlov I.G. ş.a.: *Primenenie keramzitobetona v dorojno-mostovom stroitelstve*, Moskva, Izd. Min. Avtomob. Transp. RSFSR, 1963.

[5] Tertea I., Beuran Marieta: *Aderenţa betonului uşor din granulit la armăturile netede şi cu profil periodic*, Cluj, Bul. şt. Inst. politehnic, nr 11, 1968.

CRONICA

Manifestările ştiinţifice internaţionale RILEM Bucureşti, septembrie 1969

Ing. M. Lupan

Director adj. ştiinţific INCERC

În prima jumătate a lunii septembrie 1969 au avut loc la Bucureşti două manifestări ştiinţifice internaţionale ţinute sub egida RILEM, şi anume: colocviul „Metodologia şi tehnica încercării construcţiilor" (9—11 septembrie) şi Reuniunea comisiei permanente a RILEM (11—16 septembrie).

Aceste manifestări organizate de Consiliul naţional al inginerilor şi tehnicienilor, împreună cu Institutul de cercetări în construcţii şi economia construcţiilor — INCERC au constituit cele mai importante manifestări ştiinţifice internaţionale în domeniul construcţiilor, care au avut loc în ţara noastră.

Importanţa acestor manifestări pentru specialiştii în construcţii din ţara noastră rezultă, în primul rînd, din însuşi profilul organizaţiei internaţionale RILEM şi din reputaţia de care se bucură în întreaga lume.

RILEM — Reuniunea Internaţională a Laboratoarelor de Încercări şi Cercetări pentru Materiale de Construcţii şi Construcţii — înfiinţată în 1947 la Paris, este cea mai importantă asociaţie ştiinţifică internaţională în domeniul încercării şi cercetării materialelor de construcţii şi a construcţiilor, reunind în prezent institute de cercetări, savanţi, oameni de ştiinţă şi cercetători cu renume mondial din 72 de ţări.

Scopul principal al acestei asociaţii este de a facilita contactele şi informaţia ştiinţifică între membrii săi şi de a realiza un mijloc de schimb şi de transmitere a experienţei obţinute prin studiul materialelor şi elementelor de construcţii, prin observarea lucrărilor, prin încercări de laborator şi pe construcţii şi prin cercetarea propriu-zisă a tuturor acestora.

Profilul RILEM cuprinde lucrări în următoarele domenii de activitate:

- cercetări asupra proprietăţilor materialelor de construcţie, evoluţia şi alterarea lor în timp sub acţiunea agenţilor interni şi externi, precum şi comportarea lucrărilor pe baza: cercetării fundamentale a structurii materialelor, a relaţiilor între structura şi proprietăţile materialelor, cercetarea fundamentală asupra durabilităţii materialelor, precum şi sinteza activităţilor de mai sus în vederea favorizării producţiei şi utilizării raţionale a materialelor de construcţie;
- stabilirea şi definirea metodelor de încercare a materialelor şi de măsurare a caracteristicilor lor înainte şi după punerea în operă, precum şi a metodelor de încercare şi de observare a construcţiilor (proprietăţi mecanice, deformaţii, stabilitate, comportare în timp etc.), inclusiv perfecţionarea şi unificarea lor, pentru a ajunge la metode de încercări comune, standardizate, care să poată furniza rezultate comparative pe scară internaţională;
- echiparea şi organizarea laboratoarelor de încercare şi mai ales perfecţionarea aparaturii de măsură şi a maşinilor de încercare;
- organizarea informării internaţionale reciproce în cercetarea ştiinţifică din domeniul său de activitate.

Pentru a-şi atinge scopul stabilit, activitatea RILEM, în domeniile de activitate enumerate mai sus, se desfăşoară sub formă de colocvii (reuniuni ale unui număr limitat de specialişti pe subiecte restrînse), colocvii prin corespondenţă, lucrări ale unor comisii tehnice internaţionale (pentru perfecționarea și unificarea metodelor de încercare), anchete tehnice și publicații în revista RILEM : ,,Materiale și construcții''.

Organul de conducere al RILEM este Comisia permanentă alcătuită din delegați și reprezentanți ai țărilor care au membri în asociație. Comisia permanentă este condusă de un birou, avînd ca președinte un delegat ales anual (de regulă, delegatul țării unde are loc reuniunea anuală a comisiei permanente) și un secretar general. Președintele Comisiei permanente RILEM pentru anul 1969 a fost prof. dr. ing. Dan Dumitrescu, delegatul R.S. România, iar secretarul general al asociației este renumitul savant francez Robert l'Hermite.

Țara noastră este reprezentată în RILEM prin 9 membri colectivi — institute de cercetări și de învățămînt superior, dintre care INCERC are calitate de membru titular — și prin 16 membri individuali (efectivi și asociați).

În institutele de cercetări și de învățămînt superior din țara noastră se desfășoară de mulți ani o activitate de cercetare susținută în domeniile de activitate RILEM, ale cărei rezultate, în special în domeniul betonului și betonului armat (și precomprimat), a metodelor de încercare a materialelor de construcții (în special a metodelor nedistructive de încercare a betonului), precum și de încercare a structurilor pe modele și pe construcții în natură sînt bine cunoscute peste hotare.

Cercetătorii români au participat cu lucrări și comunicări la mai multe colocvii RILEM și de asemenea au o activitate susținută în unele din comisiile tehnice RILEM, dintre care trebuie relevată în special activitatea în Comisia de încercări nedistructive, al cărei președinte este dr. ing. I. Făcăoaru, șef de secție în INCERC.

Această activitate a unităților de cercetare și a cercetătorilor din țara noastră în cadrul RILEM a constituit premisa care a determinat Comisia permanentă a RILEM să accepte cu deosebit interes organizarea, în 1969, în România a colocviului ,,Metodologia și tehnica încercării construcțiilor'' și să hotărască ținerea la București a celei de a XXIII-a reuniuni anuale sub președinția delegatului român.

I. COLOCVIUL INTERNAȚIONAL RILEM

,,METODOLOGIA ȘI TEHNICA ÎNCERCĂRII CONSTRUCȚIILOR“

(București, 9—11 septembrie 1969)

Lucrările colocviului, avînd ca obiect ,,Metodologia și tehnica încercării construcțiilor pe modele și în mărime naturală, sub acțiunea încărcărilor statice și dinamice'' s-au desfășurat în sala mică a Palatului R.S.R., dezbătîndu-se succesiv în ședințe separate de lucru, timp de cîte o zi, următoarele trei teme :

- Tema I : ,,Modele mici realizate din alte materiale decît cele ale construcției''.
- Tema II : ,,Modele mari realizate din materiale avînd proprietăți similare cu cele ale construcției''.
- Tema III : ,,Încercarea elementelor și construcțiilor în mărime naturală''.

Pentru colocviu au fost elaborate 92 de referate științifice, de către specialiști din 20 de țări (din care 36 de referate ale specialiștilor din R. S. România, din care 16 ale INCERC), care au fost publicate în patru volume în engleză sau franceză — limbile oficiale RILEM — și difuzate din timp de comitetul de organizare tuturor participanților, spre a se asigura o mai eficientă dezbatere a temelor colocviului.

La lucrările colocviului au participat 126 de specialiști din 23 de țări străine și peste 200 de specialiști români.

În ședințele de lucru pe teme au fost prezentate numai rapoartele generale, după care au urmat vii discuții însoțite de prezentări de filme și diapozitive. În total, la discuții au participat 48 de specialiști.

1. Tema I (marți, 9 septembrie 1969) : ,,Modele mici realizate din alte materiale decît cele ale construcției'' (29 de referate de specialitate din 10 țări, din care 9 din R. S. România).

Raportor general : prof. dr. ing. O. Rusu (R. S. România).

Președinte de ședință : dr. ing. H. Fessler (Anglia).

Lucrările prezentate și dezbaterile care au avut loc la această temă au fost suficient de numeroase și eficiente pentru a demonstra rolul și utilitatea încercărilor pe modele mici, care constituie o completare valoroasă (uneori indispensabilă) a calculului static și dinamic al construcțiilor.

Așa cum arată raportorul general, o mare parte din referate se referă la metoda clasică a fotoelasticității, dintre care trebuie relevate în special contribuția adusă de două referate de specialitate [2, 3], care arată posibilitatea sporirii vitezei de obținere și a numărului datelor experimentale obținute prin fotoelasticitate și convertirea lor în măsuri electrice asociate, cu ajutorul unei instalații speciale automate, care apoi pot fi prelucrate cu ajutorul calculatoarelor numerice, pentru care se prezintă programe ALGOL bazate pe metoda eforturilor unitare tangențiale.

O a doua categorie de referate tratează studiul pe modele structurale alcătuite din materiale diferite de cele ale structurilor reale, ca : plexiglas, mortar, policlorură de vinil, ipsos [16], microbeton cu polimeri [24] etc., folosite în special pentru lucrări de artă, lucrări de clădiri remarcabile ș.a.

Între acestea trebuie citate și referatele specialiștilor români asupra studiului comportării pe modele a construcțiilor multietajate alcătuite din cadre sau diafragme solicitate la sarcini verticale și orizontale [19, 20], precum și cele pe modelele unor lucrări hidrotehnice [23, 26, 27].

Ca metode și tehnici noi de modelare merită a se menționa procedeul pentru determinarea directă a liniilor izopache cu ajutorul unui interferometru [18], procedeul de determinare a eforturilor, cu folosirea laserelor, pe modele fotoelastice, bazat pe apariția franjelor de interferență [13], fotoelasticimetria tridimensională prin lumină difuză [15], studiul comportării structurilor cu ajutorul modelelor din materiale cromoplastice [21], metoda stereofotogrammetrică pentru studiul deformațiilor corpurilor [11].

În unul din referate [27], care are un caracter general, se subliniază necesitatea, rolul și utilitatea încercărilor pe modele, făcîndu-se o sistematizare a problemelor care se referă la încercări, a condițiilor ce trebuie îndeplinite, a modului cum trebuie proiectate și utilizate modelele mici, precum și asupra valabilității și domeniului de încredere a rezultatelor măsurărilor.

În concluziile trase asupra dezbaterii primei teme, dr. H. Fessler subliniază următoarele aspecte care trebuie reținute : în primul rînd, faptul că încercarea pe modele mici din alte materiale este utilă prin aceea că permite, în mod economic, studierea experimentală a multor variante și ipoteze de încărcare și solicitare (mai ales pentru studiul deformațiilor), iar aproximația de similitudine între caracteristicile diferite ale materialelor modelului și natura structurilor reale poate fi compensată cu prisosință de variațiile omogenității și comportării materialului din structura reală. Metoda experimentală a folosirii modelelor mici pentru studiul structurilor nu poate fi înlocuită numai de metode analitice bazate pe calcule, chiar în epoca de azi a calculatoarelor electronice. Cele două metode se completează, dar nu se exclud, mai ales dacă ținem seamă de posibilitatea prelucrării automate a datelor experimentale obținute din încercările pe modele. Ca urmare, institutele moderne de cercetări trebuie să folosească ambele metode și să dispună de baza materială necesară.

2. Tema II (miercuri, 10 septembrie 1969) : ,,Modele mari realizate din materiale avînd proprietăți similare cu cele ale construcției“ (35 de referate de specialitate din 12 țări, din care 13 din R. S. România).

Raportor general : ing. consilier J. Laginha Serafim (Portugalia).

Președinte de ședință : conf. ing. M. Pommeret (Franța).

Referatele prezentate la această temă — cele mai multe din toate cele trei teme — au prezentat probleme foarte complexe și variate, atît sub aspectul metodologiei și tehnicii de încercare, cît și în ceea ce privește tipurile de modele și structuri care au format obiectul încercărilor tratate în referate.

Raportul general elaborat de J. L. Serafim prezintă o amplă analiză critică a problemelor dezbătute de referatele de specialitate, bazată atît pe datele cuprinse în referate, cît și pe stadiul cunoștințelor pe plan mondial asupra acestor probleme, cu referire la o prețioasă bibliografie.

După ce face o clasificare și prezentare de ansamblu a diferitelor categorii de modele, raportorul general arată că încercarea pe modele a marcat un mare avînt după 1950 în multe țări și — deși începînd cu 1960 s-a generalizat folosirea calculatoarelor electronice — interesul încercărilor pe modele a continuat să fie mare. Dintre diferitele categorii de modele, cele care folosesc un material similar cu acela al prototipului real (beton fin, mortar armat, beton precomprimat, aluminiu şi oţel) sînt cele mai răspîndite, fiind utilizate în special atunci cînd se are în vedere urmărirea comportării la fisurare, la rupere şi în general în stadiul neelastic al structurilor.

Aşa cum reiese dintr-o serie de referate de specialitate, precum şi din raportul general, raţiunea principală a încercării pe modele mari constă în aceea că, într-o serie de cazuri, încercările de laborator pe modele mari, care pot reproduce structura în detaliu, pot furniza informaţii ce nu se pot obţine prin calcule analitice. Asemenea cazuri sînt, de exemplu : comportarea completă a materialului, condiţii speciale de încărcare, efectul inerţiei în ultimul stadiu de comportare a structurii, structuri complexe ca plăcile curbe subţiri de forme complicate, structuri asamblate din elemente prefabricate supuse la solicitări dinamice, structuri din elemente precomprimate la care se caută determinarea zonelor ce pot căpăta întinderi în urma precomprimării, comportarea la fisurare a betonului armat, comportarea plastică în apropierea ruperii a structurilor metalice, comportarea structurilor la sarcini similare celor seismice etc.

Principiile similitudinii, care constituie baza proiectării şi încercării pe modele, sînt relevate într-o serie de referate, atrăgîndu-se atenţia asupra importanţei alegerii scării modelului, ţinînd seamă că precizia dimensională descreşte proporţional cu scara [1], asupra necesităţii de a ţine seamă în similitudinea modelelor de beton armat şi beton precomprimat, de curba efort-deformaţie pînă la rupere a betonului şi de limita de curgere, precum şi de ductilitatea oţelului [13].

În ceea ce priveşte materialele şi tehnologia pentru realizarea modelelor mari se relevă în special folosirea microbetonului şi a mortarelor avînd ca liant cimentul pentru diferite modele de structuri şi în special pentru pînze subţiri [2, 5], cu rezistenţe de 200—500 kg/cm^2 şi modul de elasticitate la compresiune între 200 000 şi 350 000 kg/cm^2, realizate prin vibrare în tipare de lemn, beton sau masă plastică.

La realizarea modelelor de construcţii metalice se menţionează dificultatea reproducerii îmbinărilor şi a secţiunilor barelor profilate, ceea ce duce la necesitatea respectării unor dimensiuni minime, citîndu-se în acest sens preocupările şi rezolvările obţinute în ţara noastră [22, 31].

Ca tehnici de încercare se citează, atît folosirea sistemelor obişnuite de încărcare cu prese hidraulice, cricuri, greutăţi, cît şi procedee mai perfecţionate, cu telecomandă, ca : perne pneumatice, sisteme de pîrghii şi cabluri, printre care se menţionează sistemul mecanic cu cîntare de demultiplicare de la INCERC [30] pentru încercarea modelelor mari de diferite forme şi în special a modelelor de plăci curbe subţiri.

Pentru încercarea modelelor mari de beton armat se recomandă utilizarea standurilor mari de încercare (*stress-floors*) [15], cu posibilitatea de ancorare şi transmitere de forţe mari, prin intermediul unor orificii, în orice punct pe suprafaţa acestora, aşa cum este şi stendul de încercare de la INCERC. O importantă realizare în acest domeniu a fost obţinută în Japonia [4], cuprinzînd o platformă care are posibilitatea de aplicare a unor forţe verticale, precum şi a unor forţe orizontale, la mare înălţime, asupra structurilor.

Pentru încercarea modelelor la forţe simulînd pe cele seismice au fost prezentate, în general, platforme oscilante [19, 29] similare platformei cu care este dotată filiala INCERC Iaşi, precum şi procedee de determinare a frecvenţelor proprii şi a celorlalte caracteristici dinamice ale structurilor, folosind generatoare de vibraţii [10].

La măsurarea deformaţiilor în vederea determinării tensiunilor în modele se utilizează metodele cunoscute şi în primul rînd tensiometria electrorezistivă, care s-a generalizat, precum şi extensometre mecanice, pneumatice, cu semiconductori şi cu coarde vibrante.

În afară de problemele de materiale, tehnici şi aparatură, sub aspectul obiectivelor urmărite prin încercările pe modele mari, raportul general grupează referatele prezentate pe următoarele categorii :

- încercări statice pe modele din microbeton sau mortar pentru elemente şi structuri de beton armat [9, 13, 15] ;
- încercări statice pe modele din microbeton sau mortar pentru elemente şi structuri din beton precomprimat [7, 8, 14, 21] ;
- încercări statice pe modele din microbeton sau mortar pentru pînze subţiri din beton armat [2, 3, 18, 25, 30] ;
- încercări statice pe modele ale elementelor din materiale compuse (zidărie, structuri mixte de beton şi oţel etc.) [4, 20, 24, 26, 28, 34] ;
- încercări statice pe modele de structuri metalice [22, 23, 31] ;
- încercări dinamice pe modele de structuri din beton precomprimat şi oţel [1, 6, 29] ;
- studii pe modele privind rezistenţa la cutremure a structurilor din cadre, panouri şi îmbinările lor [11, 12, 27].

Lucrările prezentate în aceste referate au contribuit la elucidarea unor importante aspecte specifice, ca acelea decurgînd din condiţii speciale de solicitare — cum este cazul reactoarelor nucleare cu pereţi de beton precomprimat supuse la solicitări din presiuni şi temperaturi mari [7] — acelea privind rezervoarele sau pînzele subţiri, unde dificultăţile de calcul corect sînt foarte mari şi pot fi înlăturate numai prin încercări pe modele, precum şi acelea ale elementelor de beton precomprimat cînd apar întinderi datorate precomprimării.

În încheierea raportului general se pun în discuţie totodată şi o serie de probleme importante privind încercările pe modele, ca, de exemplu : interesul mare al încercărilor pe modele, chiar în contextul actual al posibilităţilor matematicilor moderne de a rezolva problemele complexe ale structurilor folosind şi marea capacitate a calculatoarelor electronice ; încărcările foarte diverse care pot fi modelate ; influenţa efectului de scară în general şi în special în aplicarea similitudinii la fisurarea betonului armat sau precomprimat ; unele domenii de aplicare mai deosebite ale încercărilor pe modele (proiectarea reactoarelor nucleare, a rezervoarelor supuse la presiune, a pînzelor subţiri, a construcţiilor prefabricate) ; importanţa studiilor pe modele pentru elucidarea acţiunii cutremurelor asupra construcţiilor ; echipamente moderne pentru realizarea încercărilor statice şi dinamice ; modul de evitare a tensiunilor interne în construcţia modelelor ; folosirea calculatoarelor electronice pentru cibernetizarea încercărilor pe modele.

Aceste probleme, care au fost în parte abordate în discuţii, pot constitui de asemenea teme importante pentru viitoarele studii şi cercetări ale specialiştilor, precum şi obiect al unor viitoare colocvii.

Discuţiile purtate în şedinţă s-au referit în special la tehnica de execuţie şi de încercare a modelelor, la tehnica modernă şi pretenţioasă a măsurărilor tensiometrice, precum şi la cooperarea fructuoasă dintre încercările pe modele şi folosirea calculatoarelor electronice (poziţie susţinută şi de specialiştii români), punîndu-se în evidenţă necesitatea şi posibilitatea de îmbinare a acestor două metode moderne pentru analiza comportării structurilor.

În acest sens, conf. ing. Pommeret arată în concluzii că aceste două mijloace se completează, deoarece, pe de o parte, ordinatorul poate fi utilizat ca o completare a încercărilor pe modele la prelucrarea automată a rezultatelor din măsurări, iar pe de altă parte, încercările pe modele sînt necesare pentru a verifica validitatea ipotezelor admise şi a rezultatelor obţinute la calculul unei structuri cu ajutorul calculatoarelor electronice.

În încheierea lucrărilor, conf. ing. Pommeret a arătat de asemenea că există, în general, o bună concordanţă între rezultatele măsurărilor efectuate pe modele şi cele pe lucrări în mărime naturală, precum şi între valorile calculate şi valorile determinate experimental, ceea ce justifică încrederea ce trebuie acordată concluziilor desprinse din încercarea pe modele.

3. Tema III (joi, 11 septembrie 1969) : „Încercarea elementelor şi construcţiilor în mărime naturală" (28 de referate de specialitate din 9 ţări, din care 14 din R. S. România).

Raportor general : prof. ing. Ján Hájek (R. S. Cehoslovacă).

Preşedinte de şedinţă : dr. ing. Proskuriakov (U.R.S.S.).

Subiectele tratate în referatele de specialitate prezentate la această temă au fost foarte variate, datorită, în primul rînd, şi diversităţii problemelor care intervin în încercarea elementelor şi construcţiilor în mărime naturală.

Raportorul general arată că metodele de încercare folosite în acest domeniu depind de foarte mulţi factori, între care se enumeră în primul rînd : scopul urmărit prin încercări ; tipul de construcţie sau de element supus încercării ; amplasarea elementului sau construcţiei în timpul încercării ; modul de încărcare ; durata de încărcare ; materialul din care este făcut elementul sau construcția, destinația elementului sau construcției după încercare; criteriile după care se apreciază dacă elementul sau construcția sînt capabile să servească — din punctul de vedere al siguranței — scopului stabilit.

Prof. Hájek face o analiză a acestor factori și a metodelor de încercare adecvate pentru fiecare caz, din care trebuie reținute în special considerațiile făcute asupra primului factor (scopul încercărilor) și ultimului (criteriile de apreciere a comportării și siguranței construcțiilor) la care raportorul general subliniază contribuția adusă de specialiștii români.

Astfel, în ce privește scopul încercărilor, pe baza referatelor făcute de cercetătorii din R. S. România [15, 25], se consideră că încercările de elemente și de construcții în mărime naturală pot fi clasificate în două grupe și anume: *a*) încercări pentru scopuri de cercetare și pe prototipuri pentru lămurirea unor probleme fundamentale, pentru verificarea unor premise de calcul sau soluții constructive și *b*) încercări de atestare (agrement) și de control (încercări pentru verificarea, atît a premiselor de calcul, cît și a tehnologiei de fabricație a elementelor ce se vor produce în serie; încercări pentru controlul sistematic al producției industriale a elementelor; încercări pentru verificare sau recepție cerute de prescripții tehnice; încercări pe construcții executate pentru verificări speciale, ca de exemplu în vederea sporirii încărcărilor inițiale prin schimbarea destinației sau în urma unei avarii suferite de construcție etc.).

În ceea ce privește ultima problemă, raportorul general arată, pe baza considerațiilor cuprinse în mai multe referate de specialitate [3, 4, 15, 17, 25], că o parte importantă a metodei de încercare o constituie criteriile după care se anunță decizia dacă un element sau o construcție supusă încercării poate servi scopului dat și încărcării pentru care a fost destinată.

Majoritatea referatelor de specialitate tratează încercări statice și dinamice ale elementelor și construcțiilor de beton armat și beton precomprimat și numai o mică parte se referă la construcții metalice sau din alte materiale, între care și trei referate ale specialiștilor români [19, 27, 28].

Dintre problemele metodelor de încercare tratate în referatele de specialitate, raportul general relevă și analizează mai în detaliu trei aspecte fundamentale, și anume: modul de încărcare; măsurarea și înregistrarea mărimilor statice și dinamice; criteriile de apreciere a rezultatelor încercărilor.

Cea mai mare parte a referatelor de specialitate și a raportului general este destinată problemelor legate de modul de încărcare a elementelor și construcțiilor în mărime naturală. Acesta diferă după amplasamentul elementului sau construcției în timpul încercării și din acest punct de vedere se disting: încercări în condiții de laborator și încercări de lucrări executate.

Încercările efectuate în laborator prezintă unele particularități, în primul rînd în privința schemei de încărcare, care diferă de cea prevăzută în proiect prin aceea că se utilizează în general încărcări concentrate produse cu ajutorul verinelor hidraulice (atît pentru forțe verticale, cît și orizontale), spre deosebire de încărcările uniform distribuite. Se arată însă [4] că pentru a avea rezultate și concluzii valabile în toate stadiile de comportare a elementelor (atît la deformații, cît și la rupere) este necesar ca diagramele momentelor încovoietoare ale încărcărilor concentrate să nu difere cu mai mult de 3—7% de cele ale momentelor din încărcări uniform distribuite. De asemenea, trebuie să se țină seamă ca poziția încărcărilor concentrate aplicate să fie astfel aleasă încît să se prevină ruperea prematură sub efectul forței tăietoare. Totodată, se menționează însă că, pentru producerea efectelor dinamice, încărcarea concentrată este singura soluție posibilă [5].

Condițiile de rezemare a elementelor încercate în laborator se apropie mai mult de schema idealizată de calcul decît lucrările reale executate. Sistemul cel mai utilizat în laboratoare pentru efectuarea încărcărilor este stendul de încercare universal, constînd dintr-un planșeu rigid de beton armat sau precomprimat, în care pot fi ancorate diverse dispozitive sau cadre metalice pentru transmiterea forțelor verticale cu ajutorul preselor hidraulice, de tipul celui existent și la INCERC [25].

În această direcție există realizări remarcabile, care au fost prezentate la colocviu, printre care se citează laboratorul de încercări din Dresda [9], care dispune de o hală de 56 × 59 m prevăzută cu stend universal de încercare statică și dinamică a elementelor și structurilor de construcții, precum și hala de încercări universală de la Building Research Station din Anglia [13], care dispune de un planșeu cu 896 de găuri verticale Ø 60 mm, cu subsol unde se află instalate verinele hidraulice pentru realizarea încărcărilor, ceea ce asigură condiții superioare de protecția muncii. Această hală mai dispune și de dispozitive pentru realizarea sarcinilor orizontale la structuri cu înălțimi pînă la 2—3 etaje și de asemenea este prevăzută cu instalație de climatizare, asigurînd condiții superioare de încercare, fără a fi influențate de variațiile higrotermice ale mediului ambiant, ceea ce este indispensabil pentru a obține precizia impusă de încercări destinate verificării teoriei structurilor (lucru ce nu se poate obține la încercări pe construcții reale).

Pentru încercarea fermelor se citează dispozitivul utilizat la I. P. Timișoara, care permite încercarea separată a fiecărei ferme [19].

O problemă deosebită care face obiectul preocupării unor referate de specialitate este aceea a realizării încărcărilor ce simulează efecte care provoacă variații ale stării de tensiune într-o construcție, cum este cazul efectelor seismice, ce nu pot fi determinate nici prin calcul, nici prin încercări pe modele la scară redusă. În această direcție, raportul general relevă contribuția adusă de specialiștii români prin realizarea platformei mobile de 10 × 10 m de la Iași, cu pernă de apă, capabilă să suporte o masă de 140—200 t [22].

Raportul general menționează ca o lipsă a referatelor de specialitate, contribuții referitoare la realizarea încercărilor de lungă durată, care ar fi prezentat interes pentru construcțiile de beton armat.

La încercările pe construcții reale, la care încărcările nu depășesc pe cele de exploatare se folosesc pentru încărcare diverse materiale manipulabile (cărămizi, saci cu nisip, blocuri sau țagle de fontă sau oțel) și uneori lichide. Manipularea acestora necesită însă multă manoperă și timp.

Ca soluții noi de realizare a încărcării construcțiilor reale, care prezintă o serie de avantaje asupra metodelor obișnuite, se citează două metode ale specialiștilor români, și anume: un dispozitiv telecomandat pentru încărcare și descărcare, propus în cadrul INCERC [18], care elimină consumul mare de manoperă și mărește securitatea persoanelor care efectuează încercarea, precum și metoda ușurării construcțiilor preconizată la I. P. Iași [23], folosită pentru construcții la care masa proprie este superioară încărcării utile și care constă în aplicarea unor forțe în sens invers gravitației, ceea ce permite studiul eforturilor totale în construcții (inclusiv tensiunile reziduale), determinarea deformațiilor totale provocate de încărcarea permanentă și rezerva de siguranță reală fără nici un risc pentru construcția încercată.

Pentru realizarea încărcărilor dinamice la construcții executate se utilizează, în general, dispozitive vibratoare cu mase excentrice care acționează construcțiile și permit determinarea caracteristicilor lor dinamice [2, 11].

În ceea ce privește problema măsurării și înregistrării mărimilor statice și dinamice care apar la o încercare, raportorul general atrage atenția că acestea pot fi destul de numeroase și variate și între acestea menționează următoarele: forțele exterioare care acționează asupra elementului sau construcției (încărcări și reacțiuni); deplasări (verticale, orizontale, amplitudini de vibrații); rotiri de secțiuni; curburi; deformații relative; caracteristici dinamice (în special frecvența proprie); modul de rupere al construcțiilor.

Pornind de la valorile cunoscute, anticipate prin calcul, ale acestor mărimi, apare tendința legitimă de a putea înregistra la o încercare, în mod continuu, valorile caracteristice măsurate și apoi chiar de a putea evalua rezultatele încercării în mod rapid, cu ajutorul calculatoarelor electronice, ceea ce ar reprezenta o automatizare completă a încercării.

Fără a ajunge încă la acest deziderat de automatizare completă, referatele de specialitate prezentate menționează totuși o serie de metode moderne de măsură și de evaluare a mărimilor măsurate, care au ajuns în stadiul de aplicare practică pentru încercări de scurtă durată în laborator, ca, de exemplu: folosirea aparatelor electronice de înregistrare a încărcărilor și deformațiilor și a unui calculator electronic pentru prelucrarea datelor [10] sau realizarea unui echipament tensiometric numeric automat pentru 1000 de puncte de măsură realizat la INCERC [24].

Problema criteriilor de evaluare a rezultatelor încercărilor în ceea ce privește aptitudinea și siguranța elementelor sau construcțiilor încercate de a prelua încărcările pentru care sînt destinate, deși a format în anumită măsură preocuparea mai multor referate de specialitate pentru cazurile particulare tratate, a fost însă tratată mai în adîncime în special în numai trei referate de specialitate [4, 15, 17], dintre care două ale specialiştilor români de la INCERC.

Se constată că aceste criterii prezintă diferenţe de la o ţară la alta şi de aceea — pentru a putea face comparabile rezultatele obţinute şi pentru a putea fructifica experienţa diferiţilor specialişti pe plan internaţional — specialiştii români [15] au sugerat ideea de a se stabili unele criterii comune, acceptate de toate ţările.

În concluziile raportului general la tema III, prof. Hájek remarcă tendinţa de a se încerca din ce în ce mai mult, în laboratoare şi hale de încercări, structuri întregi sau părţi de construcţii, duse pînă la rupere, deoarece există posibilitatea asigurării unor condiţii optime de încercare, care garantează fidelitatea rezultatelor şi se poate realiza totodată automatizarea încercării. Asemenea încercări pot contribui la progresul teoriei structurilor.

În acelaşi timp, autorul raportului general atrage atenţia că trebuie continuate şi dezvoltate şi încercările pe lucrări reale executate, care pot furniza rezultate preţioase şi în acest sens relevă interesul pe care-l prezintă construcţiile vechi destinate demolării (ca urmare a programelor de reconstrucţie ce se înfăptuiesc în toate ţările) şi care pot constitui valoroase obiective de încercare pînă la rupere.

Se menţionează, de asemenea, că încercările pe elemente şi construcţii în mărime naturală fiind costisitoare, nu trebuie să fie folosite pentru cazurile curente ale prototipurilor de elemente sau de structuri simple, în care teoria de calcul a construcţiilor este clară şi este capabilă să furnizeze toate datele necesare proiectantului.

Raportul general este de acord cu propunerea specialiştilor români [15, 17] cu privire la necesitatea unificării, pe plan internaţional, a metodelor de încercare şi a criteriilor de apreciere a siguranţei construcţiilor pe această bază.

În încheiere, raportorul general menţionează necesitatea perfecţionării metodelor de încercare — o dată cu progresul tehnic în toate domeniile — pentru a face posibilă urmărirea de la distanţă a variaţiei anumitor mărimi statice şi dinamice ale lucrărilor executate, pe perioade de durată mai lungă, prin înregistrarea telemetrică a încărcărilor şi deformaţiilor, ceea ce ar contribui, atît la controlul securităţii construcţiilor executate, cît şi la aprofundarea datelor de bază pentru calcul şi proiectare.

Discuţiile purtate în şedinţă asupra problemelor care au făcut obiectul temei III a colocviului au accentuat o serie de aspecte ale acestora, care au fost concretizate şi în concluziile preşedintelui de şedinţă, Proskuriakov, în special în ceea ce priveşte tendinţa crescîndă de aplicare a ciberneticii la încercarea construcţiilor, ca o linie de dezvoltare a metodelor şi tehnicii de încercare, cuprinzînd automatizarea încercării propriu-zise, a transmiterii şi prelucrării datelor, precum şi a interpretării şi valorificării rezultatelor.

★

Lucrările Colocviului internaţional RILEM de la Bucureşti au marcat o etapă calitativ nouă a dezvoltării tehnicii încercării construcţiilor, caracterizată prin folosirea tot mai largă a cuceririlor unor importante ramuri ale ştiinţei, ca fizica, chimia şi în special electronica şi tehnica modernă de calcul, care au permis astfel o investigare mai profundă a comportării materialelor, elementelor şi structurilor de construcţii.

Aşa cum a reieşit din referatele de specialitate şi din prezentarea rapoartelor generale la cele trei teme ale colocviului, printre tendinţele noi în dezvoltarea tehnicii de încercare a construcţiilor trebuie menţionate următoarele: automatizarea sistemelor de încărcare şi măsurare; apariţia unor noi instalaţii automate de fotoelasticitate, atît pentru probleme plane, cît şi spaţiale şi utilizarea în paralel a ordinatoarelor şi modelelor într-o sinteză cu posibilităţi superioare, respingîndu-se ideea că ordinatoarele ar tinde să înlocuiască modelele.

Prin rapoartele şi intervenţiile specialiştilor români la colocviu, ca şi prin vizitele efectuate în laboratoarele de specialitate din cadrul INCERC, participanţii străini şi-au făcut o imagine clară asupra amploarei şi nivelului preocupărilor de specialitate în domeniul încercării construcţiilor din ţara noastră, precum şi asupra pregătirii superioare a cercetătorilor români, apreciind în mod elogios realizările obţinute în ţara noastră în acest domeniu şi de asemenea contribuţia de nivel ridicat a specialiştilor români la progresul mondial al ştiinţei construcţiilor. Aceasta a confirmat pe deplin justeţea alegerii Bucureştiului ca loc pentru ţinerea acestui colocviu.

Tehnica modernă de încercări, experienţa şi realizările prezentate la lucrările colocviului de o serie de specialişti străini vor putea fi aplicate şi în ţara noastră, constituind o sarcină a unităţilor de cercetare şi în primul rînd a INCERC de a valorifica acest larg schimb de experienţă.

II. REUNIUNEA COMISIEI PERMANENTE RILEM

(Bucureşti, 11—16 sept. 1969)

La lucrările celei de a XXIII-a reuniuni a Comisiei permanente RILEM, ţinută la Bucureşti sub preşedinţia delegatului român prof. dr. ing. Dan Dumitrescu, preşedinte al RILEM pe exerciţiul 1968/1969, au participat 45 de delegaţi şi reprezentanţi din 25 de ţări (ceea ce a constituit un record de participare în ultimii zece ani), precum şi reprezentanţi ai organizaţiilor internaţionale CIB (Consiliul Internaţional al Construcţiilor) şi ASTM (Asociaţia Americană pentru Standardizare).

Delegaţia română la lucrările comisiei a fost alcătuită din: prof. dr. ing. D. Dumitrescu, delegat al R. S. România şi preşedinte al Comisiei permanente RILEM, prof. dr. ing. O. Rusu, reprezentant, şi patru membri observatori din INCERC: dir. adj. ştiinţific ing. M. Lupan şi şefii de secţii dr. ing. I. Făcăoaru, dr. ing. M. Arcan şi ing. St. Enescu.

Ordinea de zi a reuniunii a fost deosebit de încărcată, cuprinzînd, pe lîngă discutarea unor probleme curente ale organizaţiei (aprobarea dării de seamă asupra reuniunii anterioare, raportul biroului, raportul grupului de lucru latino-american al RILEM, raportul comitetului consultativ, viitoarea reuniune a comisiei permanente, alegerea viitorului preşedinte şi probleme diverse) şi o serie de alte probleme mai deosebite asupra cărora Comisia permanentă a RILEM a trebuit să ia decizii privind orientarea organizaţiei, îmbunătăţirea structurii organizatorice şi perfecţionarea metodelor de lucru în legătură cu activitatea comisiilor tehnice RILEM, conţinutul publicaţiilor RILEM, tematica colocviilor viitoare şi activitatea comitetului de legătură cu alte organizaţii internaţionale.

Cele mai importante probleme care au format obiectul discuţiilor au fost cuprinse în propunerile comitetului consultativ cu privire la orientarea RILEM, prin lărgirea activităţii sale în domeniul ştiinţei materialelor de construcţie, pentru a acoperi toate materialele şi elementele de construcţii, cooperînd în acest scop mai strîns cu alte organizaţii internaţionale şi cu industria. De asemenea, în ceea ce priveşte îmbunătăţirea structurii organizaţiei, comitetul consultativ a propus crearea unor organe noi, pentru a asigura o mai bună coordonare tehnică — dată fiind extinderea activităţilor — cu modificările respective în statut şi în regulamentul interior.

Dezbaterile au fost active, uneori strînse, dar, în general, constructive. La ele au luat parte şi membri ai delegaţiei române, care şi-au adus contribuţia prin propuneri eficiente într-o serie de probleme importante.

Dintre acestea se menţionează intervenţia dr. ing. I. Făcăoaru, care a propus o lărgire a domeniului de activitate a comisiei de încercări nedistructive în direcţia studiului structurii şi proprietăţilor structurale ale betonului şi altor materiale prin metode nedistructive, delimitîndu-se domeniul de activitate faţă de cel al altor comisii tehnice RILEM sau al altor organizaţii internaţionale. Dr. ing. M. Arcan, în numele comitetului de organizare, informînd comisia permanentă asupra desfăşurării lucrărilor colocviului „Metodologia şi tehnica încercării construcţiilor'' şi asupra principalelor concluzii rezultate din referate şi luări de cuvînt, a făcut şi două propuneri legate de aceste concluzii, care au fost reţinute spre examinare de conducerea RILEM. Aceste propuneri se referă la posibilitatea de cooperare a RILEM cu organisme ştiinţifice internaţionale care se ocupă cu analiza tensiunilor (avînd în vedere legătura care există între încercările propriu-zise şi analiza tensiunilor care au la bază operaţii de măsurare), precum şi posibilitatea înfiinţării unei grupe de lucru RILEM privind metodologia încercării structurilor şi modelelor, în vederea stabilirii unor metode unificate de încercare şi interpretare a rezultatelor pe bază de criterii ştiinţifice.

Ca urmare a dezbaterilor care au avut loc, comisia permanentă a RILEM a luat următoarele decizii mai importante privind structura organizatorică şi orientarea activităţii RILEM:

— crearea unei noi categorii de *membri titulari*, calitate ce poate fi atribuită organizaţiilor de cercetare şi încercare din diferite țări, de importanță incontestabilă, recunoscută în acele țări;

— crearea unei comisii tehnice generale formată din președinții comisiilor tehnice de specialitate și din șase reprezentanți naționali;

— înființarea unor noi comisii tehnice, înlocuirea și contopirea unora dintre cele vechi;

— programul viitoarelor colocvii RILEM;

— stabilirea viitoarelor reuniuni ale comisiei permanente, și anume: Lund (Suedia) 1970; Buenos Aires 1971; Washington 1972;

— alegerea președintelui Comisiei permanente RILEM pe exercițiul 1969/1970 în persoana prof. G. Wästlund, delegatul Suediei.

În urma acestor decizii, RILEM cuprinde următoarele comisii tehnice:

1. Beton — normalizare și studii speciale (contracție etc.).
2. Durabilitatea betonului.
3. Betoane ușoare.
4. Betoane refractare.
5. Beton și beton armat în țările calde.
6. Controlul statistic al calității betonului.
7. Coroziunea armăturilor și betonului.
8. Încercări și recomandări pentru armături în beton armat și beton precomprimat.
9. Carbonatarea betonului.
10. Încercări nedistructive.
11. Mortare și tencuieli.
12. Interacțiunea mortarelor și agregatelor.
13. Pietre naturale și artificiale.
14. Utilizarea rășinilor sintetice în lucrări de construcții.
15. Bitumuri și materiale bituminoase.
16. Porozitatea materialelor de construcții.
17. Metode de încercare a lemnului.

În legătură cu activitatea comisiilor tehnice și a grupelor de lucru RILEM s-a hotărît ca acestea să prezinte un raport de activitate anual în fața biroului RILEM și un raport tehnic detaliat la trei ani, pe baza căruia comisia permanentă urmează să hotărască între următoarele alternative: continuarea activității, reorganizarea sau desființarea comisiei respective. Înființarea comisiei tehnice generale, pe linia perfecționării structurii organizației, va asigura o mărire a eficienței activității comisiilor tehnice de specialitate.

În ceea ce privește colocviile viitoare ale RILEM, programul adoptat prevede ținerea următoarelor colocvii:

- Aplicarea metodelor statistice, de optimizare și a tehnicii ordinatoarelor la cercetarea experimentală a structurilor de construcții și la încercările de control a proceselor tehnologice în industria materialelor și prefabricatelor de construcții.
  Copenhaga, mai—iunie 1971.
- Betonul și betonul armat în regiuni cu climă caldă, care se va ține în primăvara lui 1971, într-un loc ce se va stabili ulterior.
- Analiza experimentală a problemelor de instabilitate pe modele și pe construcții în mărime naturală, Buenos Aires, septembrie 1971.
- Noțiunea de performanță în construcții (organizat împreună cu ASTM), Filadelfia, aprilie sau mai 1972.
- Construcții pe timp friguros, Canada (data nu este precizată).

În legătură cu activitatea comitetului de legătură s-a cerut o fermă delimitare a obiectului activității RILEM, precum și aducerea lui la cunoștința celorlalte organizații internaționale cu care RILEM colaborează (CIB, FIP, CEB etc.), în vederea evitării suprapunerii domeniului de activitate.

În ultima zi a reuniunii Comisiei permanente, delegația română a organizat o masă rotundă la care au participat, pe lîngă delegații și reprezentanții țărilor la reuniunea Comisiei permanente, și un număr de specialiști români, ca invitați, printre care se menționează prezența prof. dr. docent ing. Gh. Buzdugan, președintele C.N.C.S., precum și conducători ai unor instituții de învățămînt superior, institute de cercetări și proiectări.

La această masă rotundă, conf. ing. C. Ionescu a prezentat un referat pregătit de delegația română privind: ,,Probleme ale criteriilor de securitate a construcțiilor''.

Această temă constituie în prezent una din principalele preocupări ale specialiștilor din diferitele țări, precum și obiectul a numeroase congrese ale asociațiilor internaționale din domeniul construcțiilor.

Schimbul de idei pe marginea acestei teme a avut ca scop să pună în evidență contribuțiile pe care cercetarea științifică și laboratorul poate să le aducă pentru clarificarea problemei supuse discuției.

Problemele criteriilor de siguranță pot prezenta aspecte generale diferite, în funcție de punctul de vedere din care sînt examinate: al proiectantului, al executantului sau al expertizei ulterioare.

Analiza factorilor care intervin în expresia coeficientului de siguranță conduc în mod obișnuit în probleme statistice și practice îndeajuns de complicate. Complexitatea acestor factori impune un larg schimb de opinii în scopul dezvoltării unei teorii fundamentale.

Acest fapt s-a manifestat în cadrul discutării temei mesei rotunde, prin numeroase luări de cuvînt în care s-au analizat aspecte legate de măsura în care putem cunoaște proprietățile materialelor, posibilitatea aprecierii încărcărilor probabile — în special în cazul zăpezii — precum și influența modului de acționare a solicitărilor, mai ales în cazul în care se poate ajunge la fenomenul de oboseală.

De asemenea, în cadrul discuțiilor, un loc important a revenit aspectelor legate de efectele agenților agresivi, care nu pot fi neglijate la aprecierea siguranței unei construcții, evidențiindu-se astfel un alt domeniu în care cercetările trebuie să aducă elemente noi.

Deși nu au putut fi antamate în discuție decît unele aspecte, trebuie totuși subliniat că schimbul de păreri generat de temă în cadrul mesei rotunde a fost fructuos, prin schițarea unor direcții în care trebuie să se dezvolte activitatea de cercetare în domeniul construcțiilor.

Activitatea depusă în lucrările reuniunii Comisiei permanente RILEM de la București și deciziile luate vor orienta mai bine activitatea RILEM către problemele cele mai actuale ale materialelor de construcții și construcțiilor, cu folosirea cît mai deplină a rezultatelor obținute în domeniul științelor tehnice ale construcțiilor și ale științelor conexe, cu utilizarea cît mai deplină a metodelor de lucru moderne bazate pe electronică și tehnica avansată de calcul.

★

Colocviul și reuniunea Comisiei permanente a RILEM de la București, din septembrie 1969, au reprezentat un eveniment deosebit de important în activitatea tehnico-științifică a specialiștilor în construcții și materiale de construcții din țara noastră, care se va reflecta pozitiv în ridicarea nivelului științific al acestora și în obținerea unor rezultate mai eficiente în activitatea de construcții din R. S. România, pe linia Directivelor Congresului al X-lea al P.C.R.

Este necesar ca specialiștii români membri ai RILEM să depună o activitate susținută, atît în cadrul organizațiilor naționale de cercetare în care lucrează, cît și prin colaborări directe și eficiente la activitatea RILEM (participări cu comunicări la colocviile RILEM, activitate în comisiile tehnice etc.) pentru a menține și ridica în continuare, pe plan internațional, prestigiul științelor tehnice românești în domeniul construcțiilor.

Bibliografie

Tema I: Modele mici realizate din alte materiale decît cele ale construcției

[1] R. S. Doroszkiewiecz (Polonia): ,,*Sur les essais photoélastiques sur modèles réduits de l'état de contrainte des constructions chargées par leur poids propre compte tenu de l'influence des propriétés du sous-sol*''.

[2] H. D. Gerlach (R. F. a Germaniei): ,,*Electronic devices for automatisation of photoelastic data acquisition*''.

[3] H. D. Gerlach (R. F. a Germaniei): ,,*The evaluation of photo-elastic measurements by means of digital computers*''.

[4] T. Javor (Cehoslovacia): ,,*Statical solution of slab bridges with the help of gypsum, metal and electrical models*''.

[5] B. Kounovsky (Cehoslovacia): ,,*Étude sur modèle du premier barrage-voute réalisé en Tchécoslovaquie*''.

[6] R. Krapfenbauer (Austria): ,,*Models of special buildings in the wind tunnel*''.

[7] F. de Lamotte (Belgia): ,,*Le travail photoélastique sur réseaux de franges*''.

[8] H. de Leiris, A. Robert, M. Venon (Franța): ,,*Calcul des contraintes dans len enveloppes de révolution chargées axisymétriquement*''.

[9] T. Markov (Bulgaria): ,,*Quelques recherches expérimentales sur des modèles réduits de voiles minces ondulés*''.

[10] R. Müller (R. F. a Germaniei): ,,*Measuring problems on structural models of plastics*''.

[11] Novak P. (Cehoslovacia): ,,*Méthode photostéréométrique dynamique des modèles*''.

[12] Orlos Z., Dylag Z. (Polonia) : ,,*On the photo-elastic investigations of models of knots of metal constructions*".
[13] Pelzer-Bawin G. (Belgia) : ,,*La biréfrigence, cette inconnue*".
[14] Pirard A. (Belgia) : ,,*Phylosophie comparée des constructions statiques et hyperstatiques*".
[15] Robert A. (Franţa) : ,,*Application de la sphère de Poincaré à l'éllipsométrie de précision*".
[16] Roch M. (R. D. Germană) : ,,*Model test of the television tower in Dresden. Possibilities and limits of gypsum in model tests on the static behaviour of reinforced concrets structures*".
[17] Volfson B. P., Krivenkova G. I., Omelchenko D. I., Rzhevskaya V. F. (U.R.S.S.) : ,,*Investigations of framework unit under stressed condition by an optical method of polarization using interferometer*".
[18] Volfson B. P., Shevchenko I. K. (U.R.S.S.) : ,,*Investigations of bearing structures of buildings on small models made of plexiglass*".
[19] Arcan M., Brătescu A., (România) : ,,*Recherches photoélastiques portant sur le comportement d'ensemble des structures multiétagées*".
[20] C. Avram, D. Anastasescu, O. Mirşu, I. Munteanu (România) : ,,*Études sur modèles concernant le comportement des cadres refends en béton armé-soumis aux charges horizontales*".
[21] St. Bălan, S. Răutu, V. Petcu (România) : ,,*On the testing of structures in the elastoplastic range with the aid of cromoplastic models*".
[22] A. Constantinescu, A. Heitner (România) : ,,*Modelage photoélastique des milieux nonhomogènes*".
[23] E. Juster, A. Burciu (România) : ,,*Essais sur modèles tensométriques pour les constructions du système hydroélectrique et de navigation des ,,Portes de Fer*".
[24] E. Nicolau (România) : ,,*Microbéton à polymères, matériau pour les micro-modèles des structures de résistance en béton armé*".
[25] E. Nicolau (România) : ,,*Quelques problèmes des essais des constructions effectuée sur modèles. Nécessité, role et utilité ees essais sur modèles*".
[26] I. Toma (România) : ,,*Tests on structural models for arched dams. Researches for an asymmetrical dam*".
[27] T. Zaharova (România) : ,,*Concerning the application of photoelasticimetry procedures to the study of the hydrotechnical construction of the H.N.S ,,Iron Gates" on the Danube*".
[28] I. M. Allison (Anglia), B. Kerley (S.U.A.) : ,,*The testing and analysis of photoelastic model buttress dams*"
[29] H. Fessler (Anglia) : ,,*The application of photoelasticity to the stress analysis of an arched dam*"

Tema II: Modele mari realizate din materiale avind proprietăţi similare cu cele ale construcţiei

[1] F. D. Beresford, R. E. Lewis (Australia) : ,,*Dynamic studies of a prestressed concrete footbridge*".
[2] J. V. Chinenkov, M. B. Krakovsky (URSS) : ,,*The reinforced concrete models used to study stress in shallow shells of positive curvature*".
[3] J. C. Gohberg, S. B. Yermolov, J. N. Potapov, Shinkariova (URSS) : ,,*Experimental study of models and natural scale sandwich structures*".
[4] T. Hisada, Y. Kameda (Japonia) : ,,*Large-size structures testing laboratory*"
[5] G. K. Khaidukov, V. V. Shugaev (URSS) : ,,*The methods for testing models of concrete thinwalled shell structures*".
[6] M. M. Kobri, A. S. Rezchikov, J. Varga, A. A. Titov (URSS) : ,,*Method of fatigue tests on welded natural scale structures taking into account scale factor, unstationarity of service load and influence of low temperatures*".
[7] P. Launay (Franţa) : ,,*Etude, construction et essais des deux maquettes au 1/5-ème du caisson en béton précontraint de la centrale nucléaires de Bugey I*".
[8] G. Morançay (Franţa) : ,,*Essai sur modèle réduit en béton précontraint de deux travées d'un viaduc urbain*".
[9] Paul F. (R. D. Germană) : ,,*Clarification to the problem of crack formation and carrying capacity of the foundation structure of a tower with the aid of a large-size model made out of fine grained concrete*".
[10] Pereira J., Priestley M. J. N. (Portugalia) : ,,*Materials and testing techniques for seismic model studies*".
[11] Polyakov S. V., Denisov B. E., Konovodchenko V. J., Cherkashin A. V., Kuliev R. A. (U.R.S.S.) : ,,*Natural scale and model investigations of seismic stability of large panel buildings*".
[12] Polyakov S. V., Eisenberg J. M., Papelishvily V. K., (U.R.S.S.) : ,,*Study of earthquake resistance of frame-panel and frame buildings on large-scale models up to failure*".
[13] Pommeret M. (Franţa) : ,,*Modèles en micro-béton armé*".
[14] Rossetti V., Marro P. (Italia) : ,,*Étude de la variation de la précontrainte dans le temps par essais statiques sur grands modèles de poutres*".
[15] Rostasy F. S. (R. F. a Germaniei) : ,,*Testing of largesize reinforced concrete models*".
[16] Tyablikov J. E. (U.R.S.S.) : ,,*Modelling of sudden loads for test of full-size and large-scale specimens*".
[17] Tyablikov J. E., Karamishkin V. V. (U.R.S.S.) : ,,*On stability of the excitation of the oscillation by the rotor hydraulic pulsators in the resonance zone of the specimen*".
[18] B. S. Vasilkov, V. G. Vlasov (URSS) : ,,*Experimental investigations of reinforced concrete shell roofing structures on medium size models made of reinforced cement mortar*".
[19] M. A. Ward, R. V. Dawson (Canada) : ,,*A high force shake table for earthquake simulation*".
[20] A. B. Zlochevsky (URSS) : ,,*Methods of electric tensiometry for low-modulus materials*".
[21] C. Avram, D. Anastasescu, I. Grüner (România) : ,,*Étude d'une poutre maitresse en béton précontraint pour la toiture d'une salle de sports*".
[22] L. Boleanţu, M. Fischer, T. Babeu (România) : ,,*Quelques particularités des essais de résistance sur les modèles des éléments avec dimensions réduites*".
[23] D. Mateescu, I. Appeltauer, D. Porumb, F. Regep (România) : ,,*L'essai de la maquette du toit de la centrale hydroélectrique des Portes de Fer*"
[24] M. Mihăilescu, T. Oneţ, A. Ionescu (România) : ,,*The testing technique of a joint of precast reinforced concrete form*".
[25] M. Mihăiescu, A. Pocanschi, V. Bia, I. Horvath (România) : ,,*Testing methodology of some hyperbolic paraboloid shell models*".
[26] A. Mihul, R. Grigorescu (România) : ,,*Procédé d'essai à charges statiques variables de quelques modèles de réservoirs*".
[27] Niculescu D. D., Brinzan I., Alexandrescu F. (România) : ,,*Sur les méthodes utilisées par l'INCERC aux essais statiquea et dynamiques effectués sur des modèles de contreventements en grands panneaux, assemblés par différents types de joints de résistance*".
[28] Simonici M., Schleifer Cr., Loghin El., Follas S. (România) : ,,*Recherches sur modèles, concernant le comportement des maconneries sous l'action des chargehs orizontales*".
[29] Strat L., Mihai C., Manolescu M. (România) : ,,*Investigation methods of steel models subjected to dynamic loads in elastoplastic range*".
[30] Ungureanu I. (România) : ,,*Méthodologie et technique des essais sur modèles en mortier de ciment pour l'étude des structures en béton armé et béton précontraint*".
[31] Ungureanu I. (România) : ,,*Méthodologie et technique des essais sur modèles métalliques pour l'étude des structures spatiales*".
[32] M. Petrik, J. Olmer (Cehoslovacia) : ,,*Automatic digital messurement of mechanical properties of model materials*".
[33] E. P. Popov, V. V. Bertero, M. Watabe (S.U.A.) : ,,*A test frame for simulating gravity and ground motion an structural assemblages*".
[34] Al. Negoiţă, I. Pop, Gh. Tanu (România) : ,,*Considérations et expérimentations concernant l'utilisation des modèles de maçonnerie aux charges statiques*".
[35] G. Şerbănescu, H. Sandi, T. Zoropapel (România) : ,,*Dynamic model tests of a large-panel structure*".

Tema III: Încercarea elementelor şi construcţiilor în mărime naturală

[1] M. Baranyai-Horvath (Ungaria) : ,,*Bond test on prestressing wires*".
[2] J. F. Borges, M. J. N. Priestley, J. Pereira, A. Rovara (Portugalia) : ,,*Observation of buildings subjected to dynamic loading*".
[3] M. Ciganek, R. Kuda (Cehoslovacia) : ,,*The verification of the function of the bearing structures and elements on the realized edifications*".
[4] H. Gerstner (R. D. Germană) : ,,*Fundamentals and principles on the experimental testing of precast prestressed concrete elements*".
[5] B. Goschy (Ungaria) : ,,*Static and dynamic behaviour of jointing layers of prestressed beame*".
[6] A. W. Hendry (Anglia) : ,,*Shear tests on fullscale single storey brickwork structures subjected to pre-compression*".
[7] S. Kajfasz, R. Wieloch (Polonia) : ,,*Loading test on a large-span industrial floor*".
[8] P. Lenkei (Ungaria) : ,,*Direct recording of the falling (downgoing) part of the loaddeflection diagram for reinforced concrete beams subjected to bending*".
[9] H. D. Möller, E. Kühn (R. D. Germană) : ,,*Practical performance of strength tests with large structural members, illusrrated at a prestressed concrete folded plate with a span width of 18 m*".
[10] Sasse H. R. (R.F. a Germaniei) : ,,*The use of electronic data recording and data processing machines for testing building elements and structure*".
[11] Schmitt Th. (R. D. Germană) : ,,*Vibration and damping measurements on slender buildings*".
[12] Skupin L., Zizkovθ N. (Cehoslovacia) : ,,*Measurement of stressed produced by different thermal expansion of resin concrete protective coat and concrete base*".
[13] Wecks G. (Anglia) : ,,*Laboratory testing of large structures*".
[14] Buzdugan G., Pană I., Cosac V., Mihăilescu El., Voicu C., Gheorghiu H. Cernat V., Lupescu I. (România) : ,,*Stress distribution in a high pressure vessel made of submerged — arc welded rings*".
[15] Dumitrescu D., Löbel L., Lupan M., Tannenbaum M., Weissenberg M. (România) : ,,*Critères de vérification expérimentale pour les éléments de construction en béton armé et béton précontraint*".
[16] Gereb T., Posea N., Murgulescu S., Manea C. (România) : ,,*Experimental research concerning dynamic analysis of machine foundation blocks*'
[17] Hann F. (România) : ,,*Considérations sur les critères d'appréciation du comportement et de la sécurité en exploitation des constructions, basées sur les données obtenues pendant leur essai à une charge d'épreuve*".
[18] F. Hann (România) : ,,*Installations de chargement — déchargement télécommandées et télécomparateur à fil pour l'essai des constructions à l'échelle naturelle*".
[19] D. Mateescu, I. Appeltauer, N. Băluţ, V. Gonciu (România) : ,,*Essais sur deux fermes de 12 m de portée en profils à parois minces formés à froid*".
[20] M. Petrescu, Gh. Ilie (România) : ,,*Détermination expérimentale des efforts secondaires introduits par la soudure des barres aux noeuds d'un arc métallique en treillis*".
[21] H. Sandi, D. Dragomir, I. Toma (România) : ,,*Experimental studies on the normal vibration modes of arch dams*".
[22] A. Şesan, G. D'Albon, I. Ciongradi, L. Strat (România) : ,,*A method and an equipment to test structures at simulated seismic actions*".
[23] A. Şesan, M. Manolovici (România) : ,,*Une nouvelle méthode d'essai des structures et des toits*".
[24] S. Silvian (România) : ,,*Équipement tensiométrique numérique automatique*".
[25] M. Tannenbaum, D. Viespescu (România) : ,,*Sur la technique d'essai des prototypes en béton armé et béton précontraint réalisée dans l'Institut de Recherches pour le Bâtiment (INCERC) de Bucarest*".
[26] B. Zakic (Iugoslavia) : ,,*Etats effectifs des contraintes dans une construction enrobée et leur divergences par rapport aux suppositions théoriques*''
[27] V. Popescu, C. Dalban (România) : ,,*Méthodes expérimentales pour determiner l'influence de l'ecrouissage sur la résistance des éléments en tole mince formée à froid.*
[28] V. Popescu, C. Dalban (România) : ,,*Méthodes d'essai dans le domaine plastique des éléments de constructions métallique grandeur-nature*".

RECENZII

S. Lazăr

ANALIZA DRUMULUI CRITIC

București, Editura științifică, 1968

Lucrarea, apărută recent în Editura științifică, cuprinde expunerea sistematică a metodelor și procedeelor cunoscute uneori sub denumirea generală de analiza drumului critic.

Se știe că, deși primele variante — metoda drumului critic (CPM) și procedeul PERT — au fost elaborate abia în 1957 — 1958, aceste metode au cunoscut o dezvoltare neobișnuit de rapidă și aplicarea lor s-a extins în numeroase ramuri de activitate în toate țările dezvoltate economic.

Analiza drumului critic a devenit un instrument puternic de planificare, conducere și organizare a producției, care permite a se folosi evaluări cantitative și metode exacte în acest domeniu în care se lucra mai înainte mai mult cu evaluări calitative și metode intuitive.

Ca urmare, au apărut în literatura universală sute de publicații, cărți, studii și articole.

Metodele de analiza drumului critic au început a se aplica în țara noastră din 1963 pe cîteva șantiere și apoi pe scară din ce în ce mai largă, de aceea numeroși ingineri și economiști, mai cu seamă din construcții, dar și din alte ramuri, au simțit nevoia să-și completeze cunoștințele profesionale prin studierea acestor metode.

Lucrarea întocmită de ing. S. Lazăr răspunde astfel unei necesități de mare actualitate.

Cele 11 capitole ale cărții cuprind un material bogat, bine ordonat, suficient pentru cei ce vor să se inițieze în aceste metode.

După un capitol introductiv în care se prezintă caracteristicile generale ale analizei drumului critic, clasificarea metodelor și evoluția lor, în capitolul II se descriu, pe baza procedeului CPM, principiile, valabile pentru toate variantele, de analiza timpului, succesiunea și modul de desfășurare a lucrărilor pentru întocmirea și calculul graficelor rețea. Se dau indicații privind analiza structurii lucrărilor, stabilirea listei de activități, grad de detaliere, reguli de reprezentare și calculul termenelor, al rezervelor de timp și al drumului critic cu formulele de bază și unele exemple.

Un capitol deosebit este consacrat unor dezvoltări ale metodei CPM: modelul de programare liniară pentru calculul termenilor, programe cu termene prestabilite, tehnica de condensare și integrare a graficelor rețea, reprezentarea activităților suprapuse și a lucrărilor repetitive.

Capitolele IV—VI cuprind:

— Descrierea completă a metodei potențialelor (MPM), care este mai puțin cunoscută din literatură și are avantaje importante prin reprezentarea simplă a suprapunerii activităților.

ANALIZA
DRUMULUI
CRITIC
SIMION LAZĂR

— Descrierea metodei PERT și analiza validității ipotezelor adoptate pentru calculul duratelor și al probabilităților.

— Prezentarea metodelor probabiliste și a rețelelor cu evenimente decizionale (rețele Eisner și Elmaghraby).

Capitolele VII și VIII se referă la metodele de optimizare și de programare și control al costului.

Se descriu principalele metode analitice exacte și aproximative de optimizare a costului în funcție de durată și principiile metodei PERT-COST de urmărire și control al costului, insistîndu-se asupra procedeului de grupare a activităților în „pachete" și posibilităților de evidență și control pe faze de execuție.

Problemele de analiza resurselor sînt expuse în capitolul IX, care cuprinde noțiunile de bază, definirea problemelor de alocare și de nivelare, clasificarea metodelor și caracterizarea unor procedee euristice, cu exemple schematice de aplicare.

Ultimele două capitole cuprind informații succinte privind utilizarea calculatoarelor electronice, descrierea unor programe citate în literatură și unele aspecte organizatorice cu privire la aplicarea metodelor.

Lucrarea întocmită de ing. S. Lazăr se întemeiază pe o documentație amplă și pe studiile efectuate de autor în ultimii ani în cadrul Institutului de cercetări în construcții și economia construcțiilor (INCERC)

Bibliografia cuprinde 151 de referințe, între care cărțile și articolele publicate în țară și cele mai însemnate lucrări din străinătate.

Terminologia și simbolizarea sînt corecte, corespunzătoare celor adoptate în literatura de specialitate.

Expunerea este foarte clară, cu dezvoltările teoretice strict necesare, materialul fiind accesibil inginerilor și tehnicienilor fără a necesita vreo pregătire specială.

Pentru a se ușura însușirea materialului, la sfîrșitul lucrării se prezintă un glosar de termeni și fiecare capitol cuprinde cîteva probleme pentru care se indică soluțiile.

Toate exemplele și aplicațiile se referă la calcule mintale, ceea ce, pe de o parte, este avantajos, întrucît se confirmă posibilitatea asimilării metodelor în prima fază de aplicare, fără folosirea calculatoarelor electronice.

Se menționează, totuși, că problemele privind utilizarea calculatoarelor electronice sînt tratate la nivelul informațiilor generale.

De asemenea, nu a fost abordată problema culegerii și prelucrării informațiilor în cadrul sistemului integrat de conducere, ceea ce poate fi explicat prin faptul că actualmente sînt în curs cercetări și studii în acest domeniu.

Utilizarea graficelor rețea trebuie însă considerată ca prima etapă de introducere a metodelor perfecționate de planificare și conducere a producției, de aceea rezultă necesitatea ca, pe măsura acumulării unei experiențe mai complete, să se continue publicarea unor lucrări care să cuprindă aspecte privind pregătirea, culegerea și prelucrarea informațiilor și încadrarea analizei drumului critic în modelul integrat de conducere a producției.

În concluzie, față de perspectiva extinderii metodelor moderne de organizare a producției, față de nivelul de tratare și conținutul lucrării, se apreciază că ea reprezintă un manual foarte util în faza actuală pentru inițierea inginerilor și economiștilor care urmează a se ocupa de aceste probleme.

Ing. **Justin Aurian**

Zurnadji V. A., Ananiev V. P., Gilman I. D., Dejin I. V.

OSNOVANIA I FUNDAMENTÎ NA LOESSOVÎH PROSADOCINÎH GRUNTAH

(Fundații pe terenuri loessoide sensibile la umezire)

Ed. Universității din Rostov, 1968
318 pag., 101 fig., 138 ref. bibl.

Lucrarea constituie un tratat scurt, dar interesant și consistent, privind fundarea construcțiilor pe loessuri sensibile la umezire, limitat la acele aspecte la care unitățile de cercetare sau de producție din Rostov și, în special, colaboratorii Institutului de învățămînt superior pentru ingineri constructori (sub patronajul căruia este publicată) au avut o contribuție originală. Pentru aspectele respective sînt însă prezentate nu numai datele decurgînd din această contribuție, ci și cele acceptate actualmente în practica curentă sau alte contribuţii de dată mai recentă, indiferent de provenienţa lor.

Materialul expus este grupat în nouă capitole referitoare la caracterizarea inginerească — geologică şi proprietăţile fizico-mecanice ale loessurilor ; specificul comportării terenurilor de fundaţie sensibile la umezire şi al construcţiilor clădite pe ele ; proiectarea şi calculul fundaţiilor de mică adîncime aşezate pe loessuri sensibile la umezire ; fundaţii pe piloţi în terenuri sensibile la umezire (cu capitole aparte pentru fundarea construcţiilor din panouri mari ; folosirea piloţilor scurţi ; fundarea construcţiilor industriale ; folosirea piloţilor sau coloanelor de mare capacitate) ; fundarea construcţiilor în cazul terenurilor sensibile la umezire de categoria a II-a (cu tasări mari prin umezire sub propria greutate) ; metodele de transformare a terenurilor de fundaţie sensibile la umezire.

Există cîteva aspecte ce caracterizează lucrarea în ansamblul ei:

— O expunere clară, sistematică şi uşor accesibilă, evidenţiind o certă preocupare pentru a fi utilă, atît pentru înţelegerea proceselor care au loc în pămînt, cît şi pentru realizarea lucrărilor de construcţii. Cîteva elemente justifică o astfel de apreciere: lucrarea conţine numeroase date concrete referitoare la caracteristicile terenului sau la interacţiunea lui cu construcţiile, deduse de autori din sintetizarea datelor din literatură sau obţinute din propriile lucrări (valori caracteristice sau intervale de valori din diverse zone pentru porozitatea, greutatea volumetrică şi specifică, umiditatea, sensibilitatea la umezire a loessurilor etc ; tabele de valori pentru presiunea pe vîrf şi frecarea laterală între pilot şi teren, pentru diverse porozităţi şi grade de umiditate ale loessului etc.). Metodele de calcul sînt însoţite de numeroase exemple, incluzînd şi considerente de ordin constructiv (referitoare la calculul construcţiilor: la tasările neuniforme datorite umezirii terenului loessoid de fundaţie ; calculul fundaţiilor de piloţi ; calculul pernelor de nisip etc.). Se expun considerente şi se dau sugestii de ordin constructiv şi tehnologic (referitoare la tipurile de piloţi, tehnica de executare a compactării etc.). Se dau indici tehnico-economici cu privire la consumul de materiale, la costul lucrărilor în ansamblul lor (de exemplu, dintr-un tabel comparativ al costului de aplicare a diverselor metode de consolidare a pămînturilor rezultă, pentru 1 m ^{3} de pămînt tratat prin umezire prealabilă, 1,1 — 1,3 ruble, prin compactare cu placa grea 0,4 — 2,5, prin cilindrarea pămîntului de aport 0,4—1,0, prin îndesare în adîncime cu piloţi de pămînt 1,6 — 3,5, prin ardere 2,0 — 4,0, prin silicatizare 8,6 — 15,0, prin electrosilicatizare 8,0 — 16,0 ruble).

— Susţinerea unor soluţii diferite de cele considerate actualmente clasice, cu fermitate (şi, în acelaşi timp, ponderat, cu recomandarea lor pentru regiunile în care s-au efectuat studiile pe baza cărora s-au obţinut rezultatele expuse în lucrare). Este, vorba, în primul rînd, de fundarea pe piloţi a construcţiilor aşezate pe terenuri sensibile la umezire de categoria I (fără tasări prin umezire sub greutatea proprie). Pentru aceste cazuri se recomandă să se ia în consideraţie frecarea laterală (contrar prevederilor normelor în vigoare), posibilitatea de limitare a adîncimii de înfigere cu 1 m sub limita de la care sensibilitatea loessului la umezire scade sub 2 % sub sarcina de 2 kg/cm^2, subliniindu-se în acelaşi timp că fundarea pe piloţi trebuie şi poate să asigure tasări de maximum 6 — 7 mm. Se insistă asupra faptului că fundarea pe piloţi „scurţi" poate aduce economii de ordinul a 20 % din costul construcţiei. Se recomandă, de asemenea contrar normelor, folosirea, tot la terenurile de fundaţie de categoria I, a pernelor de nisip pe grosimea zonei active.

— Se expun o serie de metode mai puţin cunoscute sau încă în faza de experimentare, dar care sînt de perspectivă, unele dintre ele verificate timp de mai mulţi ani la scară naturală. Astfel, se prezintă mai multe tipuri de piloţi cu baza lărgită adaptaţi loessurilor (bulb obţinut cu lărgitor mecanic sau prin explozie, talpa lărgită cu un sistem de cuţite pliante) ; posibilităţi de perfecţionare a silicatizării prin dirijarea presiunii de injectare ; accelerarea procesului de umezire a masivului de loess la aplicarea umezirii prealabile, prin mai multe metode bazate pe folosirea exploziilor, inundarea prealabilă simultan cu executarea construcţiei etc.

În afara acestor constatări de ansamblu, există în lucrare numeroase considerente şi date care merită a fi reţinute, fie chiar şi pentru o discuţie în contradictoriu. De exemplu :

— Se insistă asupra necesităţii aprecierii, la proiectarea construcţiilor, a umidităţii probabile la care va ajunge terenul în timpul exploatării, astfel încît să nu se meargă exclusiv pe soluţiile extreme (menţinerea umidităţii iniţiale sau umezire maximă). De exemplu, autorii consideră că pentru unele din microraioanele oraşului Rostov se poate conta pe umezirea pînă la un grad de saturaţie de 0,5 — 0,6.

— Soluţia fundării pe piloţi scurţi este susţinută cu căldură (de obicei, în lungime de 4 — 7 m, secţiune 30 × 30 cm, din beton armat, cu capacitatea de încărcare de 30 — 40 t, înfipţi prin batere). Se arată că, în 1965 — 1966, trustul de construcţii din Rostov a introdus 24 000 astfel de piloţi şi numai 1 700 cu lungimi de 8 — 10 m. Se apreciază că se poate reduce cu încă 10 % costul construcţiilor fundate pe piloţi. înlocuind radierul şi subsolul tehnic cu radier înalt şi cu tranşeea tehnică vizitabilă dedesubt.

— Se consideră neindicate clădirile din panouri mari pe loessuri de categoria a II-a, dat fiind costul foarte mare al lucrărilor suplimentare de rigidizare.

— Se insistă asupra faptului că trebuie avută în vedere, nu numai tasarea cu caracter de prăbuşire a loessului, ci şi cea lentă, datorită deformării loessului umezit. În final se ajunge aproximativ la aceeaşi tasare totală, indiferent de momentul în care s-a produs umezirea.

Evident, unele din considerentele de mai sus sînt discutabile, ca şi altele cuprinse în lucrare şi neamintite aici (de exemplu, o diferenţiere prea mare a coeficientului de calcul faţă de incertitudinile inevitabile privitoare la compactarea loessului. Astfel, încărcările de calcul pe teren sînt date în funcţie de porozitate şi grad de saturaţie cu intervale de 0,05 kg/cm^2. Se recomandă prelevarea de probe pentru compresibilitate din ştuţuri cu diametrul mai mare de 100 mm, în timp ce experienţa geotehnicienilor din R.S.R. arată că ştuţurile duc la o perturbare apreciabilă a stării naturale a pămîntului).

Indiferent însă de concluzia unor astfel de discuţii, parcurgerea lucrării este de interes cert, ca sursă de informare, de confruntare a părerilor în probleme atît de complexe cum sînt cele ridicate de construcţiile pe loess şi ca un bun exemplu de eficienţa unor studii şi cercetări ample şi sistematice axate cu insistenţă pe problemele de interes direct aplicativ, specifice unei anumite regiuni.

Dr. ing. **R. J. Bally**

Richard Bareš şi Charles Massonnet

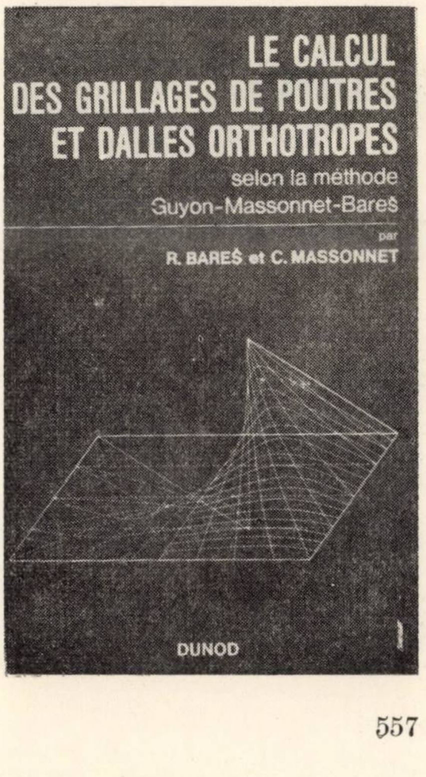
LE CALCUL DES GRILLAGES DE POUTRES ET DALLES ORTHOTROPES SELON LA MÉTHODE GUYON — MASSONNET — BAREŠ

Calculul reţelelor de grinzi şi dale ortotrope prin metoda Guyon-Massonnet-Bareš

Coeditare SNTL, Praga şi Dunod,
Paris, 1967
431 pagini, 176 figuri

O structură complexă supusă acţiunii unor sarcini concentrate grele este cu atît mai economică, cu cît repartiţia transversală este mai mare, adică cu cît elementele neîncărcate contribuie la descărcarea celor acţionate direct.

Un mare număr de studii teoretice au fost dezvoltate plecînd de la diferite ipoteze. Majoritatea aveau un caracter atît de complex, încît staticienii le-au preferat procedee aproximative.


LE CALCUL
DES GRILLAGES DE POUTRES
ET DALLES ORTHOTROPES
selon la méthode
Guyon-Massonnet-Bareš
par
R. BAREŠ et C. MASSONNET
DUNOD

O cotitură importantă s-a produs prin asimilarea reţelelor de grinzi (cu sau fără dală) cu o placă ortotropă, conform relaţiilor generale stabilite de Huber.

Guyon a arătat, în 1946, posibilitatea de a calcula dalele ortotrope cu rigiditate la torsiune neglijabilă, cu ajutorul metodei coeficienţilor de repartizare. Massonnet a generalizat relaţiile găsite de Guyon, introducînd în calcule şi efectul torsiunii.

Mai mulţi autori au ameliorat, lărgit şi verificat experimental, pe modele şi pe construcţii reale, această metodă.

Într-o primă ediţie, publicată în limba cehă, Bareš a reunit şi examinat sistematic ansamblul materialului existent în acest domeniu, stabilind totodată numeroase tabele cu coeficienţi de repartizare.

Cartea pe care o prezentăm cititorilor români reprezintă o adaptare franceză a cărţii lui Bareš, adusă la zi şi completată cu noi tabele.

O parte introductivă (capitolele 2—5) reuneşte notaţii, teoria plăcilor anisotrope (cu particularizare la cazul ortotropiei) şi trecerea în revistă a diferitelor metode de integrare a ecuaţiei cu derivate parţiale a plăcilor ortotrope.

O a doua parte (capitolele 6—11) dezvoltă o metodă aproximativă a coeficienţilor de repartizare, bazată pe următoarele două ipoteze principale.

a) structura reală este înlocuită printr-o dală ortotropă avînd aceleaşi rigidităţi medii la încovoiere şi torsiune (şi care este rezolvabilă riguros prin calcul diferenţial);

b) repartizarea transversală a încărcării corespunde unei distribuiri sinusoidale a acesteia din urmă, în sensul deschiderii.

După obţinerea soluţiei se evaluează coeficienţii de repartizare şi momentele încovoietoare în grinzile principale, în antretoaze, apoi momentele de torsiune, forţele tăietoare şi reacţiunile grinzilor şi antretoazelor.

În partea a treia (capitolele 12—18) se dezvoltă metoda riguroasă cu ajutorul suprafeţelor de influenţă; soluţia este obţinută cu ajutorul seriilor duble trigonometrice. Se mai studiază formulele de interpolare pentru coeficienţi, influenţa coeficientului de contracţie transversală, momente în secţiuni înclinate, influenţa excentricităţii grinzilor şi a antretoazelor în raport cu planul median al dalei, evaluarea erorilor, grinzi cu secţiuni diferite, grinzi cu secţiune variabilă, structuri continue şi precomprimate.

Ultima parte (capitolele 19—21) detaliază calculul podurilor cu două grinzi principale, observaţii privind calculul practic şi studii recente privind dalele ortotrope.

Cartea cuprinde o anexă de 121 de pagini cu tabele auxiliare şi o bibliografie cu 151 de titluri.

Prin expunerea foarte lucidă şi sistematizată a problemelor, prin analiza critică a diferitelor aspecte, prin numeroasele diagrame ilustrative şi tabele pe care le conţine, cartea reprezintă o contribuţie excepţională la calculul reţelelor de grinzi şi dalelor ortotrope, întîlnite în special în construcţia podurilor.

Dr. ing. **Mircea Soare**

DOCUMENTARE

TURNUL AUSTRALIA SQUARE CEA MAI ÎNALTĂ CONSTRUCŢIE DIN LUME EXECUTATĂ DIN BETON UŞOR

Acest turn executat în Sydney, care este în acelaşi timp şi cea mai înaltă construcţie din Australia (fig. 1), are pe înălţimea de peste 180 m un număr de 46 de etaje, dintre care 37 au cîte aproximativ 1000 m² spaţiu util pentru birouri, iar în celelalte sînt amenajate: o sală de expoziţii, un restaurant rotativ, magazine, un teatru, săli de conferinţe etc.

La partea inferioară sînt arcade pentru magazine şi un garaj pentru 400 de vehicule.

În plan, construcţia are o formă circulară cu un diametru de aproximativ 41 m. Această formă a fost aleasă din mai multe motive: spaţiul util dispus în jurul unui sîmbure circular central prezintă un minimum de spaţiu pierdut pentru circulaţii şi un maximum de spaţiu pentru ferestre la o suprafaţă dată a unui nivel; grinzile planşeelor se reazemă pe sîmburele central şi pe 20 de stîlpi exteriori, permiţînd o flexibilitate maximă pentru organizarea spaţiului interior; sîmburele central, deşi conţine 19 ascensoare, scări de incendiu şi numeroase alte instalaţii, nu ocupă decît 20% din suprafaţa unui nivel. În plus, forma circulară reduce efectul presiunii vîntului.

Dispunerea la exterior a celor 20 de stîlpi contribuie la accentuarea zvelteţei construcţiei. Atît stîlpii, cît şi riglele orizontale de contur de la fiecare nivel au o culoare albă obţinută printr-o faţă de agregate de cuarţ.

Utilizarea pentru întreaga structură de peste cel de al optulea nivel a betonului cu agregate uşoare a fost determinată de aprecierea că acest material oferă numeroase avantaje structurale, printre care: o mai mare adaptabilitate la eforturi; reducerea deplasărilor datorite efectelor termice; o creştere a rezistenţei de durată; încărcări mai mici din greutate proprie; o creştere a dimensiunilor de placă realizabilă fără rosturi de dilataţie.

S-au utilizat agregate din argilă expandată. Betonul trebuia să aibă o rezistenţă de aproximativ 250 kgf/cm² la 28 de zile; în practică s-au realizat peste 320 kgf/cm². Pentru întreaga structură s-au turnat aproape 24 000 m³ de beton uşor în structura de rezistenţă şi peste 6 000 m³ de beton compact obişnuit, în structura primelor opt niveluri.

Se apreciază că prin folosirea betonului uşor s-au economisit peste 200 000 dolari australieni, economie rezultată din manipularea unor greutăţi mai reduse (beton şi prefabricate), din cofraje mai ieftine şi sprijiniri mai reduse, precum şi din economiile realizate la consumul de beton şi de armătură. Greutatea totală mai mică a permis reducerea dimensiunilor stîlpilor şi pereţilor portanţi de la partea inferioară a structurii; mărirea suprafeţei utile va permite o creştere a chiriilor apreciată la 260 000 dolari australieni în primii 10 ani.

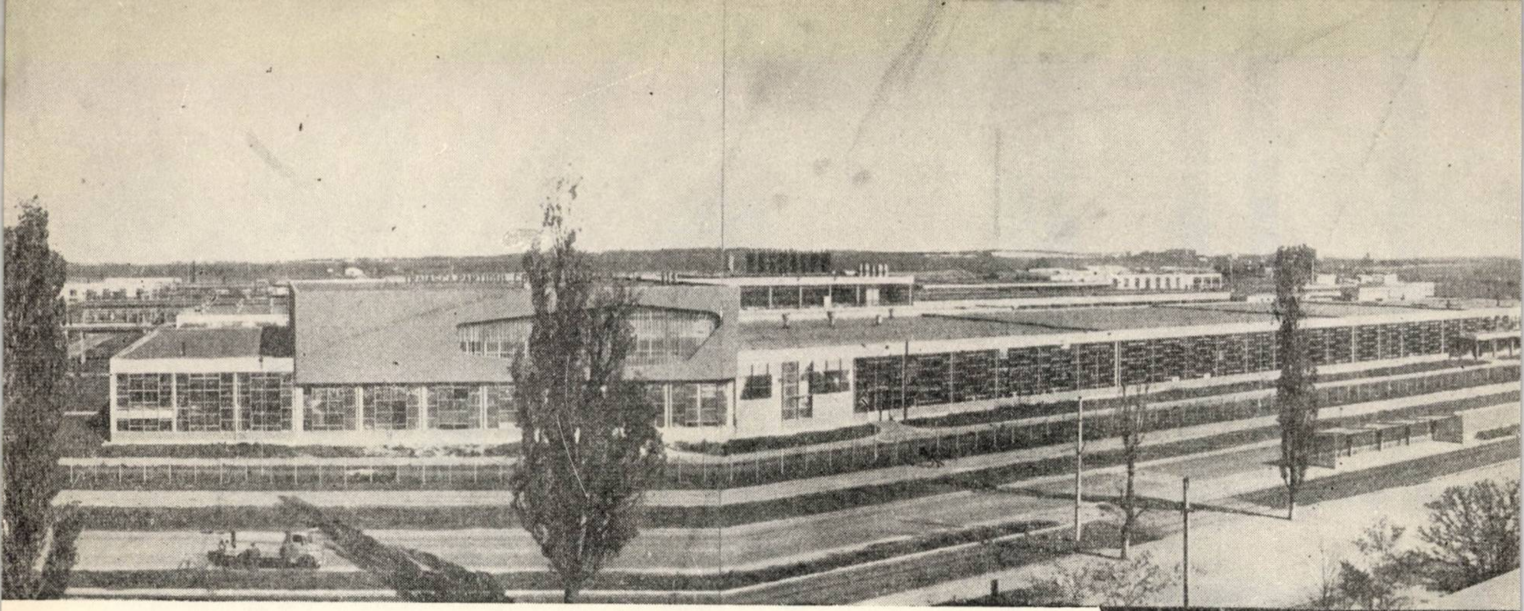
După *N.Z. Concrete Construction*
vol. 12, nr. 5

Turnul Australia Square domină toate celelalte construcţii din „Golden Mile", centrul economic şi financiar din Sydney

ÎNTOCMEŞTE
Scheme
de amenajare complexă
a resurselor de apă

PROIECTEAZĂ
Baraje
Structuri hidrotehnice
Regularizări de rîuri
Alimentări cu apă
Canalizări

COMITETUL DE STAT AL APELOR
I.P.A.C.H. — Institutul pentru planuri de amenajări
şi construcţii hidrotehnice
Str. Dr. Rîureanu nr. 3 • Telefon 14.36.30 • Bucureşti



I. C. M. B.

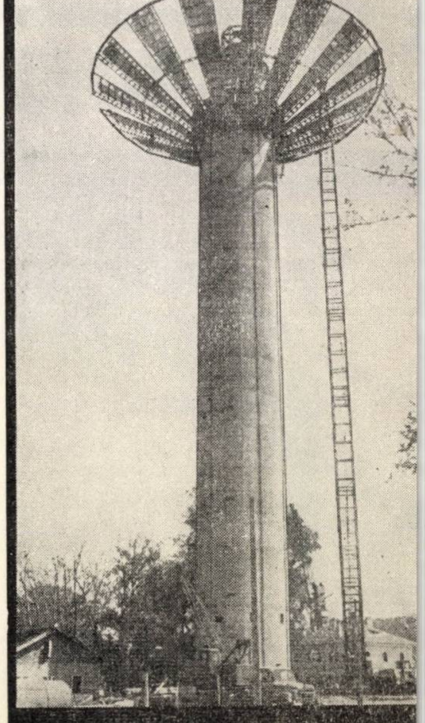
**Întreprinderea de construcţii-montaj
Bucureşti**

execută lucrări industriale, civile, hidrotehnice prin folosirea metodelor noi de lucru (cofraje glisante, precomprimări, prefabricate de mare tonaj, fundaţii pe piloţi Benoto etc.).

STR. SF. ION NOU nr. 2
TELEFON 15.01.40

Un personal de execuţie şi de conducere competent asigură, în cele mai bune condiţii, lucrări de mare tehnicitate.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1963



INCERC INCERC—BAC
Secţia BETON PRECOMPRIMAT
Telefon 35.21.00 35.40.50
Şos. Pantelimon nr. 266, Sector 3
Bucureşti

PRIN TEHNOLOGIA BP 120

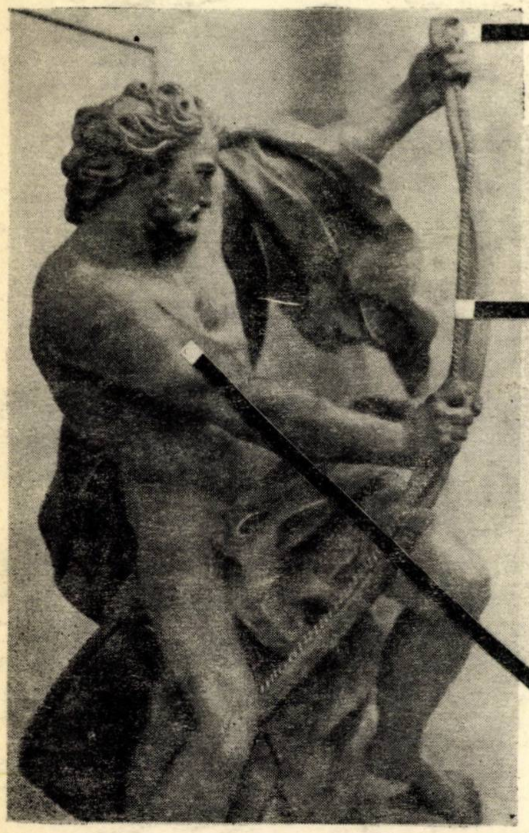
sînt rezolvate problemele privind

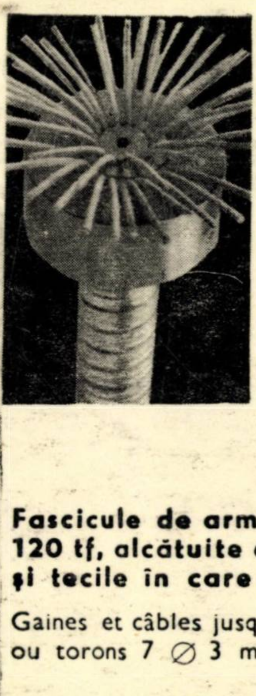
PRETENSIONAREA

în betonul precomprimat

CU MIJLOACE MODERNE

1978 MAR 17





Ancoraje pentru fascicule postîntinse, de tip inel-con, metalice, prevăzute cu orificiu pentru injectare

Ancrages pour câbles, type cône femelle-cône mâle, métalliques, avec orifice pour injection

Fascicule de armătură postîntinsă de capacitate pînă la 120 tf, alcătuite din sîrmă ∅ 5 mm sau toroane 7 ∅ 3 mm şi tecile în care se pozează fasciculele

Gaines et câbles jusqu'à 120 tf de capacité, composés de fils ∅ 5 mm ou torons 7 ∅ 3 mm

Instalaţie de pretensionare de 120 tf capacitate, alcătuită din presă şi pompă de înaltă presiune şi instalaţie pentru injectarea canalelor după tensionare

Installation avec capacité de 120 tf, pour la mise en tension, composée d'un vérin et pompe à haute pression et installation pour l'injection des gaines après la précontrainte

AUJOURD'HUI

les problèmes concernant

LA MISE EN TENSION

dans la précontrainte sont résolus

PAR LES PROCEDÉS BP 120

1623

9-04-001

1969 11

R

ORGAN AL MINISTERULUI
CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

INGINERI CONSTRUCTORI

din institutele de cercetare şi proiectare, de pe şantierele de construcţii!

V-aţi reînnoit abonamentul la

**REVISTA CONSTRUCŢIILOR
ŞI A MATERIALELOR
DE CONSTRUCŢII**

pentru a vă asigura toate numerele revistei în cursul anului 1970?

„Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii" vă informează asupra rezultatelor celor mai noi cercetări în acest domeniu, vă ţine la curent cu experienţa înaintată a marilor şantiere de pe întreg cuprinsul ţării noastre.

Preţul unui abonament anual individual este de 60 lei, iar al unui abonament de instituţie de 170 lei.

Abonamentele se fac prin C.D.C.A.S., Bucureşti, Bd. 1848 nr. 10, Sector 4, prin mandat poştal sau prin cont virament BNR — DECBS 64.03.01.28.

E 1688

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

ORGAN AL MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR
INDUSTRIALE

11

1969

VOLUMUL 21, Nr. 11

NOIEMBRIE 1969

SUMAR

A. MIHUL, R. GRIGORESCU
Liftarea acoperişului la cinematograful „Copou" din Iaşi 5

I. BRÎNZAN, G. ŞERBĂNESCU, H. SANDI
Rezultatele unor cercetări experimentale efectuate cu solicitări dinamice pe diafragme de beton monolit şi din panouri mari prefabricate cu diferite sisteme de îmbinare . 5

V. DASCĂLU
Aspecte privind stabilirea şi controlul programului de tensionare a fasciculelor postîntinse cu trasee rectilinii şi curbilinii la elemente prefabricate sau preturnate de beton precomprimat 5

C. RUŞCĂ
Sistematizarea calculului structurii halelor avînd stîlpii de beton armat cu goluri mari încastraţi la ambele capete 5

N. BĂLUŢ, GH. DĂNEŢIU, V. GIONCU, I. APPELTAUER, E. CUTEANU
Calculul aproximativ al barelor comprimate la grinzi cu zăbrele din profile cu pereţi subţiri 5

M. WEISSENBERG
Date comparative privind rezultatele ce se obţin în proiectare pe baza a diferite prescripţii de calcul referitoare la săgeţile elementelor încovoiate de beton armat . . 5

R. MARINOV
Aspecte privind corelaţia între rezistenţa la întindere a betonului determinată pe prisme şi pe cilindri 59

VL. PLATON
Defecţiuni apărute la ferestrele construcţiilor noi 59

M. V. CERCHEZ, L. MARINESCU
Aspecte ale formării, cristalizării şi topirii mulitului, component valoros al maselor ceramice 6

CRONICA
RECENZII
DOCUMENTARE

43 305

Revista Construcţiilor şi a Materialelor de Construcţii, organ al Ministerului Construcţiilor Industriale — Redacţia: Bucureşti, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon: 16.49.14. Administraţia şi casieria: C.D.C.A.S., Bd. 1848, nr. 10, sectorul 4. Abonamentele se primesc numai la sediul administraţiei. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.28 Direcţia Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacţia publicaţiilor pentru construcţii

Preţul unui exemplar lei 8

Taxele poştale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul: Întreprinderea Poligrafică „Informaţia" — Bucureşti
c. 3893

SUMMARY

MIHUL, R. GRIGORESCU : Lifting the roof structure of the ,,Copou" cinema Jassy

The authors describe the techniques applied for lifting the roof structure of
cinema recently built in Yassy; the structure consists of reinforced arches
ıd a corrugated suspension ceiling. The main construction operations consisted
casting horizontally the arches on a floor, lifting them into a vertical position,
ying the small girders supporting the ceiling, casting the light weight granu-
e concrete roof slab (insulation included), lifting the roof (divided into two
.rts) up to +1,10 m above the ground level, casting the corrugated roof compo-
nts, lifting 2,00 m more, finishing the corrugated components, lifting up to
e final level (+8,15 m). Each structural component was lifted by means of
jacks of 100 t each; passive supports were made of cylindrical elements. Co-
mns were cast while lifting the structure.

BRINZAN, GH. ȘERBĂNESCU : Dynamic loading tests of reinforced concrete ıphragms either cast in situ or assembled of diversely-jointed large precast wall mponents.

Although we are aware of a world wide concern in elaborating directions for
e design of structures assembled of large precast panels, one must admit
at the problems pertaining to the computation of buildings in earthquake
nes have been solved only to a small extent.

That is the reason why the Research Institute for Building and Building Eco-
my has started back in 1961 research works and tests for stating the behaviour
statically and dynamically loaded structures built with diversely jointed large
efabricated panels.

The authors survey the tests carried out on scale models of vertical diaphragms
ıder dynamic loads; these diaphragms were assumed being assembled of large
efabricated panels and the results obtained were compared with those pertai-
ng to reinforced concrete diaphragms cast in situ.

DASCĂLU : Selection and control of a schedule for tensioning post-tensioned raight or curved strands in either precast or cast on site prestressed concrete mponents

The author gives a synthetic survey of his own experience gained in the field
tensioning posttensioned strands.

He focuses on the high responsibility incumbent on those who work out such
nsioning schedules; this implies a full use of the contractor's staff. At the
me time he censures the drawbacks of many projects which lack the main
ıta required for working out a tensioning schedule which takes in account
ery real site condition; he also stresses the increased responsibility incumbent
the contractor for whom a project should be merely a guide but who should
ıt be permitted to use such data to cover his own shortcomings

RUȘCĂ : Systematized structural analysis of industry halls whose reinforced ncrete columns have large openings and are fixed at both their ends

The author gives a method for computing the stress pattern in columns having
ge openings and belonging to the structure of an industry hall; this is done
applying the strain method.

BĂLUȚ, V. GIONCU et al. : Approximate computation of the compressed embers of trusses made with thin-walled shapes

The authors draw several conclusions founded on both theoretical and expe-
nental studies concerning the computation of compressed members of trusses
ade with thin-walled shapes.

. WEISSENBERG : Comparison of results obtained when applying different sign criteria for the computation of the deflections of reinforced concrete ele-ents stressed by flexural moments

The Research Institute for Building and Building Economy has carried out
1967 a study for comparing the computation results obtained while applying
fferent design criteria referring to the deflections of reinforced concrete ele-
ents under flexure; this aimed at bringing forth some generally valid aspects
well as some peculiarities when tackling the problem of the computation
the deflections of a reinforced concrete element.

The article reviews the basic criteria of the above mentioned study and its
ain conclusions; mention should be made that this study is merely a preli-
inary stage in improving design criteria.

MARINOV : Some aspects of the correlation between the tensile rupture strength concrete determined on prisms and cylinders

The paper deals theoretically and experimentally with the correlation between
e tensile rupture strength R_t determined on prisms and the tensile rupture
ength R_{tc} determined on cylinders. The author then derives the value of the
$_c/R_t$ ratio in function of the compressive rupture strength of the concrete under
rious rupture assumptions.

Based on test results he equally determines the correlation factor linking
and R_{tc}.

. PLATON : Recent faults in the window frames of new buildings

The manufacture of door and window frames has appeared and developed
nultaneously with the development of the building industry. The development
this new branch has naturally much increased the demand for timber and
order to meet this demand it was necessary to use also other lower timber
rts.

Yet to provide high quality products it is necessary to increasingly focus on
nufacture and particularly on handling, transportation, storage and assembly
site.

In their endeavour to solve the planned tasks incumbent on them, both pr
ducers and contractors have not paid due attention to the achievement of hi
quality window and door frames and to their durability.
Particularly window frames in recently erected houses have therefor sho
important falls in value.
An inquiry recently carried out and covering houses built in Bucharest h
enabled the identification of the main faults as well as of their causes; this w
a basis for making recommendations concerning an improvement.

M. V. CERCHEZ, L. MARINESCU : Some aspects pertaining to the makin
crystallization and smelting of mulith — a valuable component of ceramic mass

The theoretical aspects pertaining to the making, crystallization and smelti
of mulith have been since long analysed and studied nevertheless they ha
lately undergone some serious changes and in some cases even contradictio
have been found.
The article surveys the problems pertaining to the thermodynamic aspec
on the basis of ultimate equilibrium curves and endeavours to underline ne
trends as well as existing orientations in the binary Al_2O_3 — SiO_2 system.

SOMMAIR

A. MIHUL, R. GRIGORESCU : L'élévation (lifting methode) du toit au cin
matographe ,,Copou'' de Jassy

On présente la technologie utilisée pour éléver le toit sur la salle d'un ci
matographe exécuté à Jassy, ayant la structure de résistence formée d'arcs
béton armé avec le plafond suspendu ondulé. Les opérations principales d'ex
cution ont consisté en : la coulée des arcs en position horizontale sur le planche
leur élévation en position verticale, la disposition de petites poutres qui so
tiennent le plafond, la coulée de la plaque du toit en béton léger de granuli
(y-compris les isolations respectives), l'élévation du toit (divisé en deux partie
jusqu'à la cote +1,10 m, l'exécution des ondes du plafond, l'élévation jusqu
la cote +2,00 m, finissage des ondes, l'élévation jusqu'à la cote prevue dans
projet (+8,15 m). L'élévation de chaque sous-ensemble a été effectuée à l'ai
de 4 presses de 100 tf, en utilisant comme des appuis passifs des voussoirs cyli
driques. Le bétonnage des piliers a été exécuté en même temps avec l'élévati
du système.

I. BRÎNZAN, GH. ŞERBĂNESCU : Résultats des recherches expérimental
entreprises sur des diaphragmes en béton armé monolithique et en panneau
larges constitués d'éléments en préfabriqués et joints suivant plusieurs systèm
soumis à des sollicitations dynamiques.

Bien qu'ils constituent un sujet de préoccupation à l'échelle mondiale —
s'efforce même d'élaborer, toujours à l'échelle mondiale, des recommandatio
pour le calcul des constructions en panneaux larges —, les problèmes se ratt
chant à l'étude de conception des constructions dans les zones séismiques n'o
pas été encore résolus, sinon dans une mesure insignifiante.
Cette situation a déterminé l'Institut de la Recherche en Constructions
d'Economie des Constructions d'entreprendre, à partir de 1961, un programm
d'études basé sur des recherches expérimentales ayant comme but d'établ
le mode de comportement, à des mise en charge statiques et dynamiques, de
constructions réalisées à partir de larges panneaux joints de différentes manière
Les auteurs décrivent les recherches expérimentales entreprises en soumetta
à des mises en charge dynamiques des modèles de diaphragmes verticaux const
tués de larges panneaux en préfabriqués, et en les comparant aux diaphragme
en béton armé monolithique sollicités dans les memes conditions.

V. DASCĂLU : Aspects concernant l'établissement et le contrôle du programm
de tension des fascicules post-tensionnés sur des tracés rectilinéaires et courbe
utilisés aux eléments préfabriqués ou précoulés en béton précontraint.

L'auteur présente une synthèse, basée sur sa propre expérience dans le domain
des travaux de prétension des fascicules post-tensionnés.
L'établissement du programme des opérations de prétension est une mesur
de grande responsabilité, à laquelle doit participer tout le personnel techniqu
de conception. En meme temps, l'auteur critique l'absence dans le projet, de
données nécessaires à établir le programme de prétension en fonction des para
mètres réels; il mét en évidence la responsabilité accrue qui revient au personn
d'exécution, lequel ne peut trouver dans les données du projet qu'une simpl
indication tont au plus, sans avoir pour autant le droit de s'en servir pour couvri
ses propres défections.

C. RUŞCĂ : Systématisation du calcul des structures des halls à piliers en béto
armé à grands creux encastrés aux deux bouts.

En faisant usage de la méthode des déplacements, l'auteur calcule les effort
développés dans les piliers à grands creux, utilisés dans la structure de résistanc
d'un hall industriel.

N. BĂLUŢ, V. GIONCU, et al. : Le calcul approximatif des barres contraint
des poutres en treillis en profilés minces

Basés sur les études théoriques et expérimentales entreprises, les auteur tiren
plusieurs conclusions concernant le calcul des barres contraites des poutres e
treillis constituées de profilés à parois minces.

M. WEISSENBERG : Données comparatives sur les résultats obtenus dans l'étud
de conception entreprise suivant différentes méthodes appliquées au calcul d
flèches accusées par les éléments fléchissants en béton armé.

Afin de mettre en lumière certains aspects communs et certaines différenc
existant dans la manière de conduire le calcul des flèches pour les éléments fl
chissants en béton armé, l'Institut pour la Recherche en Constructions et l'Ec
nomie des Constructions a entrepris en 1967 une étude sur les résultats que l'o

obtient dans l'étude de conception suivant que le calcul des flèches des éléments fléchissants en béton armé est conduit selon une méthode ou une autre.

Le rapport donne les données fondamentales de l'étude et ses principales conclusions, avec toutefois cette mention que l'étude est considérée comme étape préliminaire dans la voie de l'amélioration des prescriptions de calcul.

R. MARINOV : Quelques aspects de la corrélation existant entre la résistance à l'étirage du béton, telle que déterminée sur des prismes et sur des cylindress

L'auteur traite, du point de vue théorique et expérimental, de la corrélation existant entre la résistance à l'étirage R_t, déterminée sur des prismes, et la résistance à l'étirage R_{tc}, déterminée sur des cylindres. Il définit de la sorte le rapport R_{tc}/R_t comme fonction de la marque du béton, suivant différentes hypothèses de rupture.

Basé sur les données de l'expérience, il détermine également la valeur du coefficient de corrélation entre R_{tc} et R_t.

V. PLATON : Défections apparues dans les travaux de menuiserie des fenêtres exécutées pour les nouvelles constructions

La fabrication des portes et fenêtres a suivi de près le développement de constructions en bâtiment. Le développement des travaux de menuiserie pou bâtiments a eu comme conséquence une demande accrue de bois d'essences résineuses et pour la satisfaire on a dû avoirs recours aux bois de classe inférieure

Dans ces conditions, afin d'assurer le maintien de la qualité des produits de menuiserie, il faut accorder une attention toute particulière à la manutention, au transport, au stockage et à la mise en place dans les constructions des produits en question; ce que, absorbés par la nécessité de faire face aux charges les plus urgentes, à savoir les objectifs inscrits dans leur plan de travaux, les entreprises productrices et les chantiers de constructions ont omis de faire dans la plupart des cas.

Pour cette raison, les fénêtres montées dans les unités d'habitation nouvellement construites ont subi, avec le temps, de dégradations importantes.

Une enquête menée sur les bâtiments construits à Bucarest a permis de déceler es principaux défauts produits, leurs causes et les remèdes devant y être apportés.

M. V. CERCHEZ, L. MARINESCU : Aspects présentés par le moulage, la cristallisation et la fonte du mulite, un valeureux composant des masses céramiques

Les aspects théoriques ayant trait au moulage, à la cristallisation et à la fonte du mulite, analysés et étudiés depuis longtemps déjà, on souffert dernièrement de notables modifications soldées quelque fois même par des contradictions.

Les auteurs passent en revue les problèmes ayant trait aux aspects thermodynamiques étudiés sur les diagrammes d'équilibre des phases et font ressortir les nouvelles tendences et orientations existantes dans le système binaire $Al_2O_3 - SiO_2$.

INHALT

A. MIHUL, R. GRIGORESCU : Aufzug des Daches beim Kino ,,Copou"in Jassy

Man stellt dar die verwendete Technologie beim Aufzug des Daches über dem Saale eines Kinos – ausgeführt in Jassy – mit einem Bogentragwerk aus Stahlbeton, mit wellenförmiger aufgehängter Decke. Die Hauptausführungsvorgänges entstanden aus : Einbringen der Bögen in Horisontallage, am Fussboden, deren Aufheben in Vertikallage, Anordnung der kleinen Balken die alsi Deckenstützen dienen, Einbringen der Blähtonbetondachplatte (einschliesslichs die betreffenden Isolierschichten), Aufzug des Daches (aus zwei Teilen) bis +1,10 m, Ausführung der Deckenwellen, Aufzug bis +2,00 m, Endbearbeitung der Wellen, Aufzug bis zu dem Entwurfshöhepunkt (+8,15 m). Der Aufzug je einzelnen Ensemble geschah mittels 4 Pressen von je 100 tf; als passive Stützen werden zylinderförmigen Wölbsteine verwendet. Das Betonieren der Pfeiler wurde gleichzeitig mit dem Aufzug des Systems.

I. BRÎNZAN, GH. ŞERBĂNESCU : Dynamische Belastung von Diaphragmen aus an Ort gegossenem Stahlbeton oder aus vorgefertigten Wandtafeln zusammengesetzt unter Anwendung verschiedener Verbindungsverfahren

Obwohl man gegenwärtig fast überall bemüht ist Bemessungsvorschriften auszuarbeiten für die Berechnung von Tragkonstruktionen aus grossen Wandtafeln zusammengesetzt sollte man nicht vergessen dass für Bemessung von in seismisch gefährdeten Zonen gelegenen Bauten nur verhältnismässig wenige Lösungen vorhanden sind.

Deshalb hat man im Forschungsinstitut für Bauwesen und Bauwirtschaft ab 1961 Forschungen eingeleitet deren Ziel war, auf Grund von Bersuchsergebnissen, das Verhalten einer statisch oder dynamisch belasteten Konstruktion aus verschienartig verbundenen Grosstafeln zusammengesetzt zu ermitteln.

Die Autoren beschreiben die dynamische Belastung von Versuchsmodellen – vertikale Diaphragmen aus Grosstafeln zusammengefügt verglichen mit Diaphragmen aus an Ort gegossenem Stahlbeton.

V. DASCĂLU : Einiges zur Wahl und Prüfung der Spannprogramme von nachträglich gespannten Stahleinlagen gradlinigen und gekrümmten bei vorgefertigten oder an Ort gegossenen Spannbetonbauteilen

Der Autor fasst zusammen seine sigenen Erfahrungsergebnisse im Bereich von nachträglich gespannten Stahleinlagen.

So. z.B. wird hervorgehoben dass die Ausarbeitung eines Spannprogramms ein hohes Verantwortungsgefühl voraussetzt und dass diese Tätigkeit die gesamten Fachkräfte der Bauunternehmen beanspruchen sollte. Gleichzeitig wird Kritik ausgeübt an der Tatsache dass man in den Projekten keineswegs diejenigen notwendigen Angaben findet die angewandt werden sollen bei der Ausarbeitung eines Spannprogramms in Einklang mit den tatsächlichen Ortsbedingungen; es wird hervorgehoben die hohe Verantwortung der Bauunternehmen die in den Projekten lediglich richtungsgebende Hinweise finden können welche Angaben aber nicht der Tarnung eigener Mängel dienen sollen.

C. RUȘCĂ : Systematisierung der Berechnung der Tragkonstruktionen von Industriehallen mit beiderseits eingespannten Stahlbetonsäulen die grosse Hohlräume aufweisen

Der Verfasser beschreibt ein Verfahren das der Berechnung der Säulen von Industriehallen dient, angenommen dass die Säulen grosse Hohlräume aufweisen; die Berechnung wurde ausgearbeitet auf Grund des Verschiebungsverfahrens.

N. BĂLUȚ, V. GIONCU u.a.m. : Näherungsberechnung von auf Druck beanspruchten Stäben bei Fachwerken aus dünnwandigen Bauteilen gebaut

Die Autoren ziehen auf Grund von theoretischen und experimentellen Untersuchungen einige Schlüsse betreffend die Berechnung von auf Druck beanspruchten Stäben bei Fachwerken aus dünnwandigen Bauteilen zusammengesetzt.

M. WEISSENBERG : Vergleichende Untersuchung der Rechenergebnisse erlangt bei der Anwendung verschiedener Vorschriften für die Ermittlung der Durchbiegungswerte bei auf Biegung beanspruchten Betonteilen

Das Forschungsinstitut für Bauwesen und Bauwirtschaft hat im Laufe des Jahres 1967 eine vergleichende Forschungsarbeit beendet dessen Ziel war einige allgemein gültige Züge sowohl wie einige Eigenartigkeiten hervorzuheben die bei der rechnerischen Ermittlung der Durchbiegungswerte von auf Biegung beanspruchten Betonteilen unter Anwendung verschiedenartiger Vorschriften hervortreten.

Im Artikel werden vorgefürt die grundlegenden Daten dieser Forschungsarbeit und erörtert die wichtigsten Schlussfolgerungen; es soll aber daran errinert werden dass diese Arbeit nur als eine einleitende Entwicklunsstufe angesehen werden darf deren Endziel die ständige Vervollkommnung der Rechenvorschriften bleibt.

R. MARINOV : Zur Wechselbeziehung zwischen Prismen- und Zylinderzugfestigkeit von Betonen

Der Artikel befasst sich, sowohl theoretisch wie auch versuchsmässig, mit der Wechselbeziehung die zwischen der Prismenzugfestigkeit R und der Zylinderzugfestigkeit R_{tc} besteht. Daraufhin ermittelt man den R_{tc}/R_t Wert für verschiedene Bruchfestigkeiten des Betons und unter Annahme verschiedener Bruchhypothesen.

Begründet durch Versuchsangaben wird auch eine Wechselbeziehung zwischen R_t und R_{tc} abgeleitet.

VL. PLATON : Fehlererscheinungen bei den Fensterrahmen neuer Wohnbauteng

Gleichzeitig mit der Entwicklung des Bausektors wurdea auch die Erzeugun von Fenster- und Türrahmen organisiert und entwickelt. Durch Entwicklung dieses Sektors ist der Holzverbrauch stark angestiegen und um sämtliche Anfragen zu befriedigen sah man sich gezwungen auch minderwertigere Holzsorten zu verwerden.

Ist man aber bestrebt die Qualität dieser Erzeugnisse zu sichern so ist es notwendig angemessene Aufmerksamkeit der Erzeugung und Handhabung, dem Transport, der Lagerung und Montage zu schenken.

Es soll aber gezeigt werden dass weder Erzeuger noch Bauunternehmen bei der Lösung ihrer Planaufgaben genügend Aufmerksamkeit der Qualität von Fenster- und Türrahmen und deren Erhaltung geschenkt haben.

Deshalb hat man insbesondere bei den Fenstern der neuen Wohnbauten erhebliche Verluste eingebüsst.

Bei einer eingehenden Untersuchung der in Bukarest errichteten Wohnbauten konnten die Hauptfehler und deren Ursprung gefunden und Besserungsvorschläge gemacht werden.

M. V. CERCHEZ, L. MARINESCU : Einiges zur Gestaltung, Kristallisierung und Schmelzen von Mulith – ein hochwertiger Bestandteil keramischer Massen

Die theoretischen Grundlagen betreffend Gestaltung, Kristallisierung und Schmelzen von Mulith, alle schon seit längerer Zeit untersucht und studiert, haben von kurzem wesentliche Änderungen aufgewiesen so dass in einigen Fällen sogar Widersprüche aufgetaucht sind.

Der Artikel bietet eine Übersicht derjenigen Problemen die mit den wärmetechnischen Aspekten in Verbindung stehen; auf Grund von Kurvenscharen die den Endgleichgewichtszustand wiedergeben werden neure Tendenzen sowie vorhandene Orientierungen des binären Systems $Al_2O_3 - SiO_2$ hervorgehoben

СОДЕРЖАНИЕ

А. МИХУЛ. Р. ГРИГОРЕСКУ : Ливтирование крыши кинозала Копоу в Яссах

Описана текнология, применённая при лифтировании крыши кинозала, возведенного в Яссах з несущей схемой из железобетонных арок и с подвесным волнистым потолком. Главное состояло в выполнении арок на полу в горизонтальном положении, поднятии их в вертикальное положение, установке балочек, к которым прикрепляется потолок, выполнении из керамзитбетона плиты крыши (включая изоляционные работы) лифтировании крыши (разделённой на две части) до отметки + 1,10 м. выполлении потолка, лифтировании до отметки + 2,00 м, в отделке волнистого потолка, лифтировании до проектной отметки +8,15 лифтирование каждой части производили с помощью 4 х домкратов в 100 т, с,. используя в качестве пассивных опор цилиндрические блоки, Бетонирование колонн производили одновременно с лифтированием всего комплекста,

И. БРЫНЗАН. Г, ШЕРБЭНЕСКУ: Результаты экспериментальных испытаний — под динамическими воздействиями — железобетонных монолитных и сборных крупнопанельных диафрагм с различными видами стыков

Несмотря на то, что в настоящее время на международном уровне, уделено внимание разработке предписаний по проек-

тированию крупнопанельного строительства, вопросы проектирования в сейсмических областях нашли себе решение лишь в незначительной мере.

Вследствие создавшегося положения, Научно-Исследовательский Институт по Строительству и Экономике Строительства, начиная с 1961 года начал разработку данного вопроса основываясь на экспериментальных исследованиях, задающихся целью определить поведение крупнопанельных сборных зданий с различными видами стыков, подвергаемых статическим и динамическим нагрузкам.

Авторы описывают поставленные эксперименты. произведенные над моделями сборных крупнопанельных диафрагм, подверженных динамическим нагрузкам, в сопоставлении с монолитными железобетонными диафрагмами.

В. ДАСКЭЛУ: Аспекты установления и контроля программы натяжения прямолинейных и криволинейных прядей натянутых на бетон при изготовлении сборных предварительно напряжённых элементов на заводе или на стройплощадке

Автор даёт синтез собственной практики в области изготовления предварительно напряжённых элементов с арматурой натянутой на бетон.

В этом порядке он указывает на то. что разработка программы предварительного напряжения является весьма ответственной работой. которую должен проводить исполнитель работ, используя для етого всю свою мощность по проектированию. Одновременно, он критикует полное отсутствие данных в проектах, необходимых для определения программы преднапряжения, в зависимости от реальных параметров, существующих при изготовлении. и выявляет рост ответственности исполнителя, который в проектных данных может найти только общие указания. но не имеет права ими воспользоваться для покрытия собственных недостатков.

К. РУШКЭ: Сиэстематизирование расчёта несущей схемы цехов при железобетонных колоннах с большими пустотными полостями, защемлённых на обоих концах

Автор — применяя метод перемещений — описывает способ расчёта усилий в пустотных колоннах. составляющих несущую схему промышленного цеха.

Н. БЭЛУЦ, В, ДЖОНКУ и другие: Приблизительный расчёт сжатых стержней решётчатых балок, изготовленных из тонкостнных профилей

Основываясь на теоретических исследованиях и на испытаниях авторы делают ряд выводов, относительно расчёта сжимаемых стержней решётчатых балок, изготовленных из тонкостенных профилей.

М. ВАЙССЕНБЕРГ: Сравнительные данные, касающиеся результатов. получаемых при проектировании, согласно различным нормам и правилам, расчёта, относительно протибов железобетонных изгибаемых элементов.

Для выявления общих и отличающихся аспектов, при различных подходах к расчёту прогибов железобетонных изгибаемых элементов, Научно-Исследовательский Институт по Строительству и Экономике Строительства обследовал, в 1967 году, результаты, полученные при проектировании на основании различных норм и правил расчёта прогибов железобетонных изгибаемых элементов.

В статье представлены основные полученные данные и важнейшие заключения с указанием, что произведенная работа является предварительной стадией на пути улучшения расчётных норм и правил.

Р. МАРИНОВ: Аспекты соотношения сопротивления бетона разрыву, определяемого на призменных и цилиндрических образцах

В статье рассматривается с теоретической и практической точек зрения соотношения между сопротивлением бетона разрыву — R_t — определяемым на призмах и R_{tc} — сопротивлением разрыву, определяемым на цилиндрах, Таким образом определяется — при различных гипотезах разрыва — соотношение R_{tc}/R_t в зависимости от марки бетона. Так же. на основании экспериментальных данных. определяется значение коэффициента соотношения между R_t и R_{tc}.

ВЛ. ПЛАТОН: Дефекты, появившиеся на деревянных окнах новых зданий

По мере развития строительной отрасли было организованно производство окон и дверей. Вследствие развития этой деятельности сильно увеличился расход хвойных материалов, а для покрытия всех необходимостей были использованы и лесоматериалы низших классов.

Для обеспечения сохранности качества данных изделий, необходимо уделить большое внимание их изготовлению и, в особенности, погрузо-разгрузочным работам, транспортированию, складированию и монтажу.

Решая плановые задания заводы-узготовители и стройплощадки не обратили необходимого внимания для обеспечения качественности окон и дверей и сохранности их во времени.

По указанным причинам, в особенности окна, уложенные в дело в новых зданиях, в значительной мере подвергались повреждениям.

По данным анкеты. проведенной на бухарестских стройках, были выявлены возникшие дефекты, определены причины их возникновения и сделаны предложения по их устранению.

М. В. ЧЕРКЕЗ, Л. МАРИНЕСКУ: Аспекты формирования, кристаллизации и плавления мулита ценного составляющего керамических масс

Теоретические аспекты в связи с формированием, кристаллизацией и плавлением мулита давно изученные и проанализированные, претерпели, в последние годы, значительные изменения, а в некоторых случаях возникли даже противоречия.

В статье — основываясь на графиках равновесия по фазам — произведен обзор вопросов, связанных с теплодинамическими аспектами и сделана попытка выявить существующие новые тенденции и направления относительно двойничной системы $Al_2\,O_3 - SiO_2$.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1963

Liftarea acoperişului la cinematograful „Copou“ din Iaşi

Conf. ing. A. Mihul, ing. R. Grigorescu

Institutul politehnic Iaşi

I. CONSIDERAŢII GENERALE

Trustul de construcţii din Iaşi urma să execute în cartierul Copou din Iaşi un cinematograf cu 500 de locuri, după proiectul tip I.S.C.A.S. 943/I-T/1961. Structura de rezistenţă a sălii de spectacole era alcătuită din patru arce de beton armat monolit, cu deschiderea de 20,00 m, care reazema la cota +8,15 m pe stîlpi din beton cu secţiunea 30 × 50 cm. Acoperişul era proiectat cu fîşii înguste din corpuri ceramice cu goluri 200 × 160 × 4000 mm, aşezate pe arcele de beton care alcătuiau suportul termohidroizolaţiei. Tavanul sălii, sub formă de unde cu înălţimea de 60 cm, suspendat de o serie de grinzişoare prefabricate, care la rîndul lor erau susţinute de tiranţii celor patru arce, era prevăzut a se executa din ipsos pe un schelet de oţel-beton şi rabiţ.

Realizarea soluţiei proiectate prezenta o serie de dezavantaje, dintre care menţionăm :

— turnarea monolită a arcelor la înălţimea de peste 8 m necesită un eşafodaj greoi de susţinere, pentru care se consumă o cantitate importantă de material lemnos şi care rămîne imobilizat un timp îndelungat; la acest sistem de lucru apare pericolul deformării eşafodajului sau a cofrajului, care poate duce la fisurarea elementelor de beton armat, foarte periculoasă, mai cu seamă atunci cînd sistemul nu este precomprimat ulterior ;

— cofrarea celor patru arce la înălţime este o operaţie complicată, necesitînd o cantitate de circa 106 m² cherestea (care, practic, nu poate fi refolosită) ;

— operaţiile de turnare şi vibrare a betonului în elementele cu secţiuni relativ mici — montanţi şi tiranţi — sînt dificil de executat în asemenea condiţii şi nu există certitudinea obţinerii unei calităţi bune a betonului turnat ;

— executarea tavanului ondulat din ipsos pe schelet de oţel-beton şi rabiţ, la înălţimea de peste 8 m, este o lucrare greoaie şi costisitoare, deoarece impune construirea unei schele metalice interioare pe întreaga suprafaţă a sălii de spectacole, consumă o cantitate mare de materiale şi manoperă şi prezintă mari dificultăţi pentru obţinerea simetriei necesare a elementelor curbe şi, în general, a uniformităţii undelor preconizate de proiectant ;

— realizarea acoperişului cu fîşii înguste din corpuri ceramice prezintă dificultăţi din cauza greutăţilor ce apar la procurarea acestor elemente, fiind în acelaşi timp în contradicţie cu soluţionările moderne ale acoperişurilor pentru clădirile social-culturale.

Pentru eliminarea acestor dezavantaje, la cererea Trustului de construcţii Iaşi*, autorii au studiat şi propus o tehnologie de execuţie modernă, care se bazează pe executarea la sol a elementelor principale şi secundare ale acoperişului, inclusiv a izolaţiei termice şi hidrofuge, care apoi, în ansamblul lor, sînt liftate pînă la o anumită cotă, unde se execută tavanul cu restul lucrărilor de finisaj. După ce toate lucrările de finisaj şi de izolaţie sînt terminate, acoperişul este liftat în continuare, utilizînd acelaşi procedeu, pînă la cota din proiect, unde se leagă cu stîlpii.

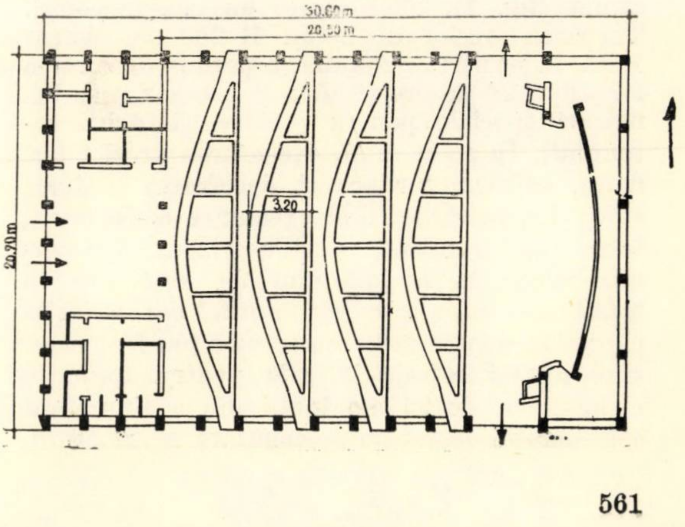
Atunci cînd, din diferite motive, întregul ansamblu nu poate fi liftat în acelaşi timp, sistemul se fragmentează în unităţi, care sînt de asemenea finisate la sol şi care sînt liftate pe rînd, urmînd ca îmbinările sau completările să se facă la cota finală, utilizînd cofraje sau platforme de lucru suspendate.

Condiţiile existente de ridicare, cît şi lipsa de experienţă în acest domeniu ne-au dus la segmentarea sistemului în două unităţi.

II. EXECUTAREA LUCRĂRILOR PREMERGĂTOARE LIFTĂRII**

În prima fază, pe platforma sălii de spectacole, la sol, în imediata vecinătate a fundaţiilor stîlpilor s-au turnat cele patru arce de beton

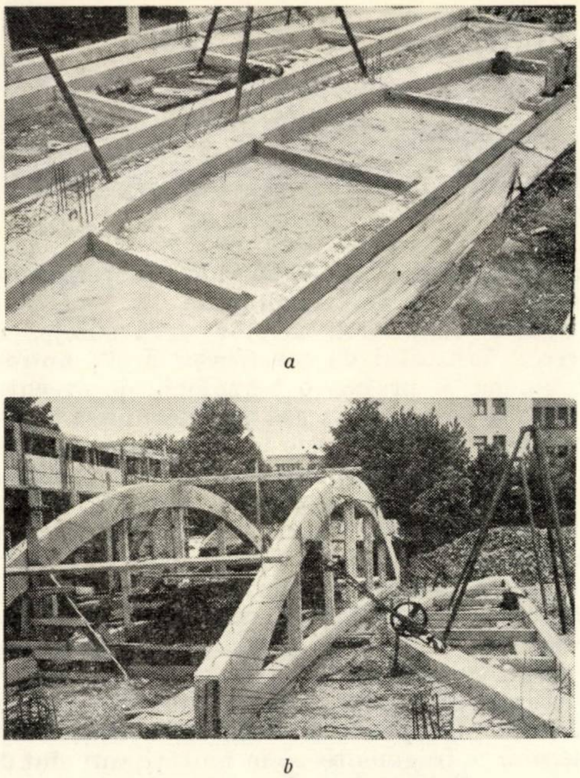
Fig. 1 – Schema de turnare la sol a arcelor în poziţie orizontală



---

* Inginer şef al trustului – ing. C. Alexandrescu

** Lucrările au fost executate de grupul de şantiere nr. 3 al T. C. Iaşi – ing. V. Gherman, director ing. N. Georgescu, ing. şef I. Gosav, maistru de şantier Cl. Popa.


a

b

Fig. 2 – Aspecte de la execuția arcelor;
a – turnarea arcelor în poziție orizontală;
b – ridicarea arcelor în poziție verticală

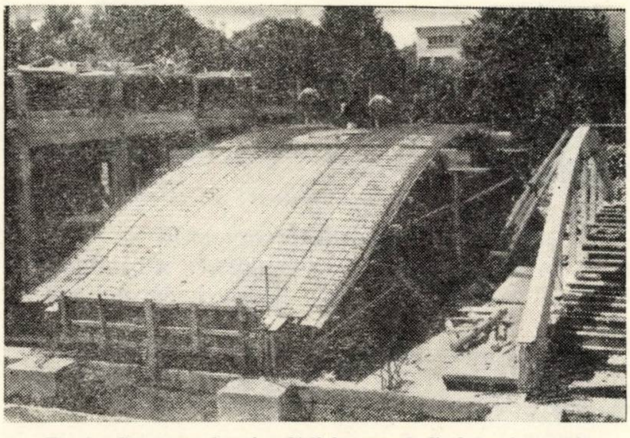


Fig. 3 – Executarea la sol a plăcii de acoperiș din beton de granulit

armat (fig. 1), folosindu-se un singur cofraj. Turnarea arcelor de beton B 200 cu ciment RIM, în poziție orizontală, a permis decofrarea lor după 24 de ore (fără a fi necesar a se lua măsuri speciale pentru grăbirea întăririi betonului). În acest mod, executarea arcelor (armare, cofrare, turnare și decofrare) a durat cinci zile, lucrările fiind executate consecutiv; totodată, turnarea în poziție orizontală a permis reducerea eșafodajului de susținere în totalitatea lui, a micșorat esențial consumul de cherestea pentru cofrarea arcelor (au fost necesare numai cofraje laterale pentru formarea elementelor de 25 cm înălțime), a simplificat considerabil operațiile de montare a armăturii, de turnare și de vibrare a betonului și a asigurat obținerea unei calități foarte bune a lucrărilor.

La circa 15 zile de la turnarea primului arc, timp suficient pentru obținerea unei rezistențe corespunzătoare la manipulare a betonului executat în condițiile arătate, arcele au fost ridicate la sol în poziție verticală cu ajutorul a două macarale diferențial (fig. 2).

În această poziție s-au turnat porțiunile de centuri care au rolul să solidarizeze arcele două cîte două, asigurînd stabilitatea acestora la liftare; s-au montat apoi grinzișoarele prefabricate care susțin tavanul ondulat și s-a turnat, din beton de granulit, placa curbă pentru acoperiș, care a înlocuit fîșiile înguste din corpuri ceramice (fig. 3).

S-au realizat astfel două ansambluri, alcătuite fiecare din cîte două arce (dispuse la distanța de 4 m interax), cu planșeul de acoperiș turnat cu console de 80 cm, care au fost ridicate la înălțimea de 1,10 m. În această poziție s-au turnat undele tavanului de beton cu grosimea de 3 cm. Fiecare ansamblu are în plan o suprafață de peste 80 m² și o greutate (împreună cu tavanul suspendat) de circa 110 t (fig. 4). Tavanul a fost finisat la cota de circa 2,00 m, atunci cînd condițiile de lucru pentru zugravi au fost optime ca distanță de sol (fig. 5).

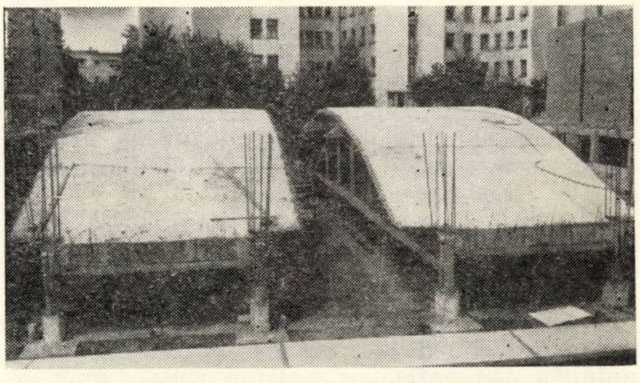
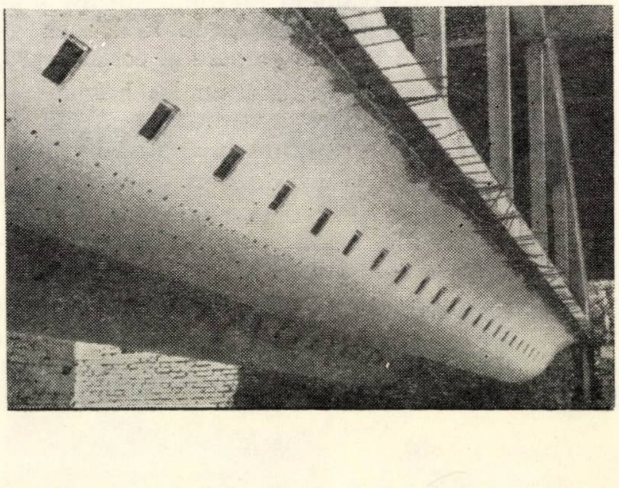


Fig. 4 – Două ansambluri alcătuite fiecare din cîte două arce ridicate de la sol

Fig. 5 – Tavanul ondulat suspendat, executat din unde de beton armat, cu grosimea de 2,5–3,0 cm



III. TEHNOLOGIA DE LIFTARE APLICATĂ

Prezentarea principială a sistemului de execuție adoptat. Liftarea fiecărui ansamblu s-a efectuat cu ajutorul a patru prese de 100 tf capacitate, care au fost dispuse în cele patru colțuri, fiind acționate două cîte două de două electropompe. În acest sens, în dreptul fiecărui stîlp, la colțurile ansamblului, au fost amplasate reazemele active (presele de 100 tf) și cele pasive, bolțari cilindrici (cîte unul la fiecare colț).

Liftarea cuprinde următoarele faze :

a) Se introduc presele în dreptul fiecărui stîlp, sub talpa inferioară a reazemelor arcelor, la marginea acestora, fiind sprijinite pe fundație (fig. 6 *a*) ; lîngă fiecare presă, spre interior, se introduce cîte un bolțar prefabricat, de formă cilindrică sau prismatică (au fost utilizate ambele tipuri), reprezentînd reazemul pasiv.

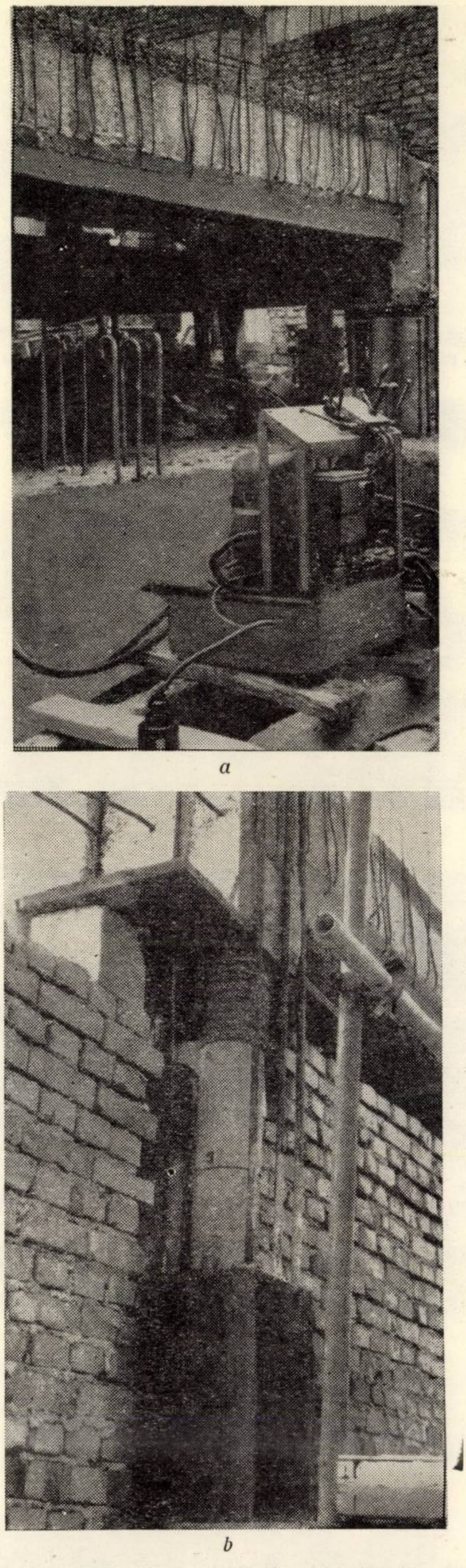
b) Se acționează presele alternativ, două cîte două, într-un capăt și altul, cu ajutorul celor două electropompe, obținîndu-se o deplasare pe verticală a ansamblului, din aproape în aproape, cu cîtimi de circa 25 mm. În tot acest timp se introduc pe reazemele pasive rondele de PFL dur cu diametrul egal cu cel al bolțarului și cu grosimea de 3 mm, care urmăresc deplasarea ascensională a ansamblului în timpul liftării (fig. 6 *b*).

c) După consumarea cursei active a presei se coboară pistonul prin scăderea presiunii la pompă, sarcina acoperișului fiind complet transferată reazemului pasiv (bolțarului). Corpul presei, care este legat solidar de acoperiș, în continuare, se ridică cu ajutorul electropompei, iar în spațiul rămas liber (sub corpul presei) se introduc calaje din plăci de PFL dur.

d) Acest complex de operații se repetă de două ori, după care urmează introducerea bolțarilor pe reazemele active (sub prese), apoi pe cele pasive, prin scoaterea calajelor de PFL introduse progresiv la ridicare. În final, bolțarii alăturați de la bază sînt betonați, fiind cuprinși în corpul stîlpului, creîndu-se o secțiunea unitară. Drept cofraj se folosește, fie unul glisant, suspendat de ansamblu, fie un cofraj demontabil alcătuit din patru panouri ușoare legate cu două juguri (pentru fiecare stîlp în parte).

Lipsa unui utilaj special de liftare, care să cuprindă și dispozitive de compensare, a obligat ca eventualele mișcări neuniforme ale presei să fie compensate direct de la pupitrul de comandă al electropompei. Din cauza acelorași lipsuri nu au putut fi folosite nici dispozitive hidraulice de autoblocare a preselor, care să preîntîmpine unele riscuri ce pot apărea în timpul liftării ca urmare a spargerii conductelor și a celorlalte accesorii.

Toate acestea au impus adoptarea unei soluții de ridicare succesivă, prin basculare, a ansamblului, în trepte de 25—30 mm.


a

b

Fig. 6 – Sistemul de utilizare a reazemelor pasive și a celor active
a – introducerea primului grup de bolțari
b – introducerea bolțarilor în locul plăcilor de PFL dur, în timpul liftării

Considerații asupra alcătuirii bolțarilor. Reazemele pasive au fost alcătuite din două tipuri de bolțari din beton B 300, de formă cilindrică, cu diametrul 160 mm și înălțimea 320 mm, respectiv 640 mm, impusă din considerentul de alternare a rosturilor bolțarilor.

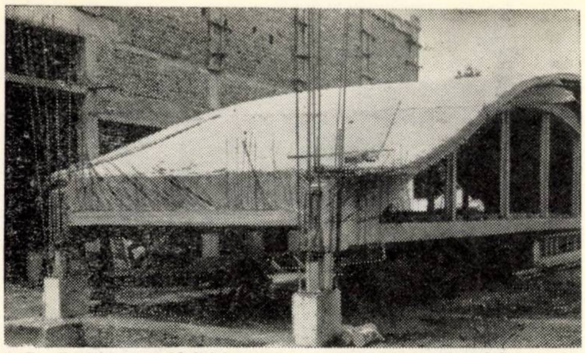


Fig. 7 – Poziția ansamblului in care s-a executat tavanul ondulat susținut de grinzișoarele prefabricate montate inițial

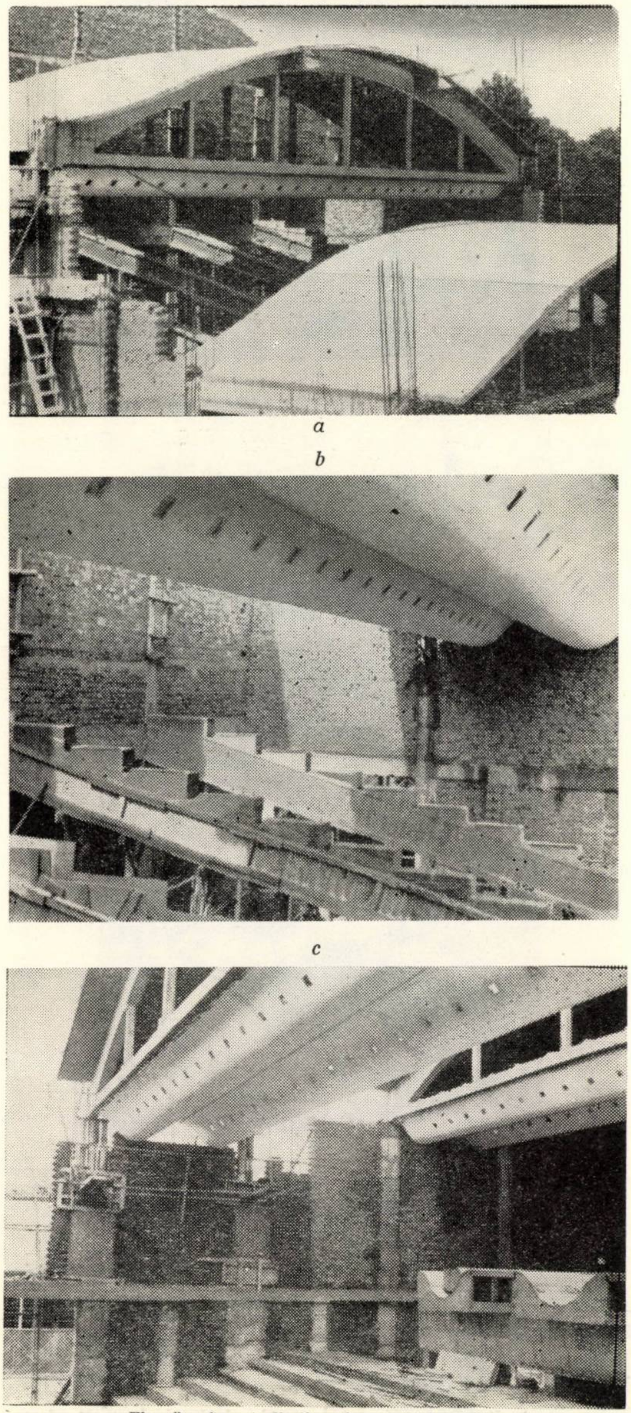


Fig. 8 – Aspecte din timpul execuției lucrărilor
a, *b* – executarea amfiteatrului în timpul liftării acoperișului;
c – ridicarea ansamblurilor în faza finală

Forma cilindrică a bolțarilor a fost preferată celei prismatice datorită posibilității de a asigura o distribuție mai uniformă a presiunilor, fiind eliminate totodată concentrările de tensiuni ce pot apărea mai cu seamă în zonele de colț ale bolțarilor prismatici. Bolțarii proiectați, de marcă B 300, realizați pe șantier au fost de o calitate mai slabă, fapt care a influențat negativ comportarea acestora, cîțiva dintre ei cedînd la transferarea sarcinii pe bolțari. Pentru acest motiv s-a încercat pe parcursul liftării și folosirea unor bolțari prismatici cu latura de 200 mm, fără a se obține rezultate mai bune, cu toate că secțiunea bolțarilor prismatici era sporită față de cea a celor cilindrici cu circa 40%. Pentru a asigura o distribuție uniformă a presiunilor pe capul bolțarilor a fost necesar ca sarcina să fie transmisă prin intermediul unor plăci din PFL dur.

Viteza de liftare. Datorită caracterului experimental al lucrării și lipsei de experiență, s-a lucrat într-un singur schimb, toate operațiile de liftare făcîndu-se sub directa supraveghere a autorilor.

Evoluția în timp a ridicării celor două ansambluri care alcătuiesc acoperișul sălii de spectacole a prezentat cîteva etape distincte:

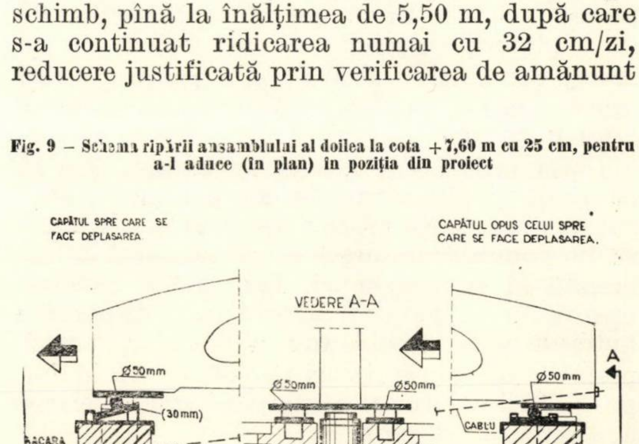
— Primul ansamblu a fost ridicat cu o viteză medie de 32 cm/zi (într-un schimb) pînă la cota +1,10 m, pentru a putea monta cofrajul și a executa tavanul ondulat (fig. 7).

— În timp ce la primul ansamblu se executau operațiile de cofrare, de montare a armăturii și de turnare a betonului la tavanul ondulat, s-a liftat cel de al doilea ansamblu la aceeași cotă (+1,10 m), păstrînd constant ritmul de 32 cm/schimb.

— În continuare, s-a executat, prin același sistem, tavanul suspendat la ansamblul al doilea.

— Etapa a treia cuprinde perioada de timp consumată pentru liftarea primului ansamblu pînă la cota finală de + 8,15 m. În această etapă s-a lucrat cu viteză constantă de 64 cm pe schimb, pînă la înălțimea de 5,50 m, după care s-a continuat ridicarea numai cu 32 cm/zi, reducere justificată prin verificarea de amănunt

Fig. 9 – Schema ripării ansamblului al doilea la cota +7,60 m cu 25 cm, pentru a-l aduce (în plan) în poziția din proiect


CAPĂTUL SPRE CARE SE FACE DEPLASAREA
CAPĂTUL OPUS CELUI SPRE CARE SE FACE DEPLASAREA.
VEDERE A-A
Ø50mm
Ø50mm
Ø50mm
Ø50mm
(30mm)
CABLU
CABLU
CACARA [illegible] tonă
A
A

a fiecărei faze de execuție, în vederea asigurării unei securități depline. Concomitent cu ridicarea acoperișului în interiorul sălii au fost executate treptele pentru amfiteatru și alte lucrări (fig. 8).

— După terminarea completă a ridicării primului ansamblu, întregul utilaj de liftare a fost deplasat la cel de al doilea ansamblu, care s-a ridicat pînă la cota +7,60 m, cu aceeași viteză constantă de 64 cm/zi.

— La acest nivel s-a produs cedarea bruscă a unui reazem pasiv prin distrugerea unui bolțar cu înălțimea de 32 cm, din cauza calității necorespunzătoare a betonului. Aplecarea acoperișului în colțul care a cedat a antrenat o deplasare orizontală a întregului ansamblu cu 15 cm, care a fost cumulată cu o deplasare de circa 10 cm datorită funcționării necorespunzătoare a unei prese. Din cauza acestei deplasări a apărut pericolul de pierdere în orice moment a echilibrului general sub acțiunea unor forțe orizontale (vînt, eventuale sarcini seismice etc.).

— Operațiile de liftare au fost oprite pentru a se aduce ansamblul al doilea la poziția (în plan) din proiect. În acest sens s-au conceput și executat dispozitivele necesare de ripare a acoperișului și s-a efectuat riparea acestuia.

— După readucerea ansamblului în poziția inițială, s-a continuat liftarea ansamblului cu o viteză zilnică de 32 cm, pînă la cota finală.

Terminarea liftării celor două ansambluri a permis executarea porțiunii de placă dintre ansamblurile liftate și restul construcției, utilizîndu-se în acest scop cofraje suspendate.

Din experiența cîștigată, apreciem că viteza de liftare poate fi mărită, în cazul lucrului în două schimburi, la circa 1,20—2,00 m/zi.

Turnarea betonului. Pasul tehnologic de liftare în cursul unui schimb a cuprins următoarele operații:

— ridicarea acoperișului cu 32 sau 64 cm,

— așezarea bolțarilor pe un pat din mortar de ciment,

— montarea armăturilor în stîlpi,

— cofrarea stîlpilor pe înălțimea liftată,

— turnarea betonului.

La execuția stîlpilor s-a folosit beton B 200 cu ciment RIM preparat într-o betonieră amplasată în incinta șantierului.

Agregatul utilizat (din balastiera Doaga) a fost din sorturile 0—3, 3—7 și 7—15 mm. Compactarea betonului s-a făcut manual, rezultînd o calitate bună a acestuia. Toate operațiile au fost efectuate de o echipă alcătuită din patru muncitori.

Verificarea elementelor geometrice în timpul liftării. Practica a dovedit în repetate rînduri că la alegerea unui sistem de măsurare trebuie să se țină seamă, în afară de precizia oferită de sistem, și de operativitatea acestuia. Pe această linie se înscrie folosirea nivelei și a firelor cu plumb, a căror precizie pentru lucrarea efectuată a rezultat pe deplin satisfăcătoare.

Verificarea orizontalității ansamblului s-a făcut cu ajutorul instalației de nivele cu apă montate în dreptul reazemelor pasive. Prin citirea directă pe sticlele de nivel se cunoștea în orice moment poziția relativă a reazemelor.

Verificarea verticalității stîlpilor a fost controlată cu două fire cu plumb fixate la mijlocul celor două laturi scurte ale ansamblului care era liftat.

IV. RIPAREA ANSAMBLULUI ȘI DISPOZITIVELE DE CORECTARE A POZIȚIEI

Din cauza deplasării ansamblului al doilea în sens transversal a apărut necesitatea readucerii acestuia la poziția în plan din proiect, la cota de +7,60 m. S-au folosit în acest scop dispozitive de mișcare dirijată în plan a acoperișului, foarte simple, a căror construcție s-a bazat pe folosirea unor role metalice pline cu diametrul de 50 mm, care se pot deplasa fără dificultăți pe plăci de metal de 30 mm grosime fixate pe reazemele pasive.

Plăcile metalice din capătul spre care trebuie să se facă deplasarea au fost dispuse cu o înclinație de circa 6 %, iar cele din capătul opus, în poziție orizontală (fig. 9). Pentru siguranța lucrărilor de ripare s-au montat opritori metalici.

Deplasarea dirijată a ansamblului a decurs astfel:

— pe reazemele pasive din capătul opus direcției de deplasare s-au introdus rolele metalice, greutatea acoperișului fiind apoi transferată acestora prin eliberarea preselor;

— în capătul spre care se face deplasarea, sarcina este menținută în presă, rolele metalice se așază la partea superioară a planului înclinat și apoi, scăzînd încet presiunea la pompă, se retrag pistoanele celor două prese, transferînd greutatea acoperișului rolelor, care se pun în mișcare, antrenînd întregul ansamblu în deplasarea dorită;

— punerea în mișcare a sistemului a fost ajutată de o macara diferențial de 1 tf, pentru

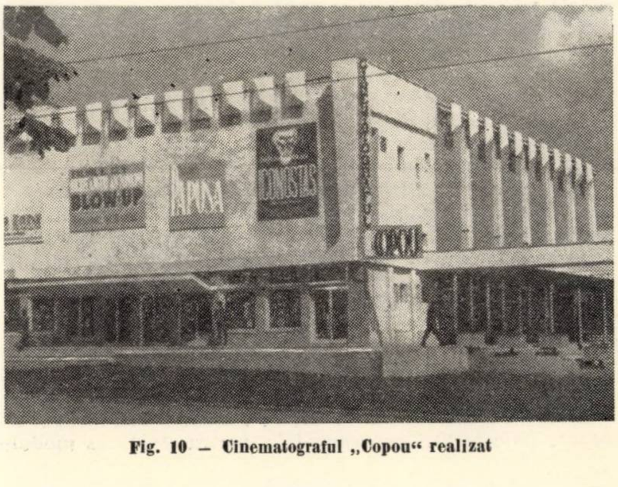


Fig. 10 — Cinematograful „Copou" realizat

care, drept reazeme, s-au folosit capetele stîlpilor din partea spre care se făcea deplasarea.

Folosirea acestui sistem simplu a dat satisfacție deplină în sensul că riparea s-a făcut cu multă ușurință și sigur, întreaga deplasare efectuîndu-se în numai 2 ore, în 4 etape, care au constat în readucerea rolelor după fiecare mișcare la poziția inițială.

V. CONCLUZII

Liftarea acoperișului de la cinematograful „Copou'' din Iași a permis reținerea următoarelor concluzii :

— metoda liftării reprezintă o tehnologie de execuție rațională și cu efecte tehnico-economice avantajoase, care răspunde la multe probleme puse în decursul timpului de arhitectură și construcții (metoda este indicată la construcțiile cu un nivel de înălțimi și deschideri mari, la care sarcina unităților de ridicat depășește capacitatea macaralelor existente, cît și în cazul construcțiilor etajate cu planșee dală) ;

— se obțin avantaje importante la liftarea unor acoperișuri sau planșee, în cazul cînd o serie de lucrări de finisare dificile pot fi executate în timpul liftării de pe sol (cum ar fi, de exemplu, execuția unor tavane speciale) ;

— pentru a introduce acest sistem în practica curentă de execuție trebuie să existe o instalație de liftare completă, dotată cu dispozitive de compensare și prese cu autoblocare ;

— siguranța lucrărilor crește în măsura sporirii numărului de reazeme active (rațională sub aspectul variației mici a forțelor care acționează construcția) ; este bine ca mișcarea ascensională a ansamblului liftat să fie ghidată cu ajutorul unui pilon central metalic sau lateral, utilizînd în acest scop o macara diferențial de capacitate mică ;

— reazemele pasive pot fi alcătuite din boltari de beton de marcă superioară ; mai indicată este secțiunea circulară și nu cea pătrată sau dreptunghiulară ;

— viteza de liftare, în condițiile lucrului în două sau trei schimburi, poate ajunge la 1,50—2,00 m/24 ore, dacă se asigură o bună organizare a lucrărilor ;

— pentru ca ritmul de liftare să nu fie condiționat de executarea altor lucrări suplimentare (montarea armăturilor, a cofrajelor, turnarea betonului etc.), pentru viitor ne-am programat liftarea unui acoperiș utilizînd stîlpi prefabricați din beton armat, montați în fundații, care să constituie reazeme în timpul liftării și totodată elementele componente ale structurii construcției.

Rezultatele unor cercetări experimentale efectuate cu solicitări dinamice pe diafragme de beton monolit și din panouri mari prefabricate cu diferite sisteme de îmbinare

Dr. ing. **I. Brînzan**, ing. **G. Şerbănescu**, dr. ing. **H. Sandi**
INCERC

I. INTRODUCERE

Extinderea sistemului constructiv și a procedeului de execuție a clădirilor de locuit din panouri mari prefabricate în zonele seismice din țara noastră a făcut necesare cercetări experimentale referitoare la comportarea acestui sistem constructiv sub acțiunea solicitărilor statice și dinamice.

În ultimii ani, cunoștințele privind calculul și comportarea construcțiilor acționate de solicitări seismice au făcut progrese remarcabile [1], [2], [3]. Datele asupra comportării construcțiilor din panouri mari sînt însă puține și se referă mai mult la comportarea sub acțiunea sarcinilor verticale.

Deși în prezent există preocupări pe linie internațională pentru elaborarea unor prescripții de proiectare a construcțiilor din panouri mari [4], [5], problemele legate de proiectarea în zone seismice nu au fost încă rezolvate decît într-o măsură redusă.

Studiindu-se comportarea construcțiilor alcătuite din prefabricate în timpul cutremurelor puternice s-a văzut că efectele seismice pot fi deosebit de grave, mergînd pînă la prăbușiri în cazul în care la alcătuirea construcțiilor nu au fost prevăzute măsuri de protecție antiseismică corespunzătoare [6].

Ca urmare, începînd din 1961, la INCERC s-au făcut studii bazate pe cercetări experimentale pentru stabilirea modului de comportare la solicitări statice și dinamice a construcțiilor executate în sistemul constructiv din panouri mari prefabricate îmbinate în diferite moduri.

În cele ce urmează se prezintă cercetările experimentale efectuate cu solicitări dinamice pe modele de diafragme verticale din panouri mari prefabricate, comparativ cu diafragme de beton armat monolit.

II. CERCETĂRI EXPERIMENTALE

Experimentările efectuate cu solicitări dinamice au avut ca obiectiv stabilirea modului de comportare la acest fel de solicitări a trei variante constructive (tip I.P.C.T., I.P.B. și I.P.C.M.C.) (fig. 1 *a*, *b*, *c*) de realizare a îmbinărilor de rezistență dintre panourile mari prefabricate care alcătuiesc diafragmele verticale antiseismice ale clădirilor de locuit executate în acest sistem la noi.

Tipurile de diafragme încercate la solicitări dinamice și notațiile utilizate în cele ce urmează pentru determinarea lor sînt prezentate în tabela 1.

O parte din rezultatele obținute pe modele de diafragme solicitate dinamic au fost prezentate în lucrările [8] și [9].

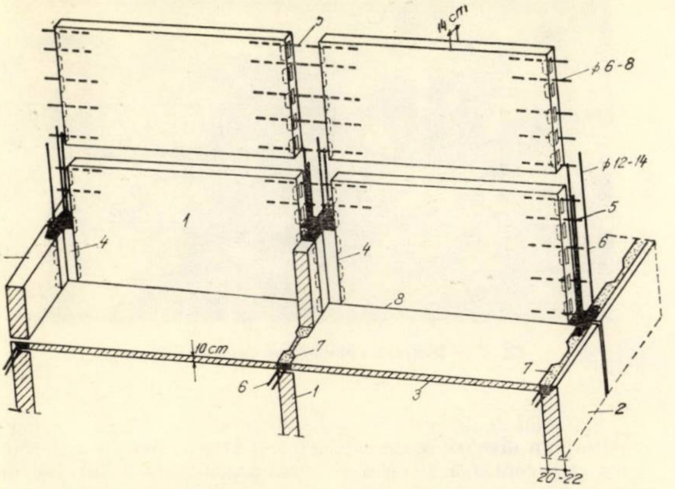


Fig. 1 *a*—Imbinare pe conturul panourilor in varianta I.P.C.T. (A)

1. panou de perete interior portant; *2.* panou de perete exterior portant; *3.* panou de planșeu; *4.* beton B 300 turnat în stîlpii dintre panourile de pereți; *5.* mustăți simple; *6.* armătură montată pe șantier în stîlpi și centuri; *7.* beton turnat în centuri; *8.* mortar M 100

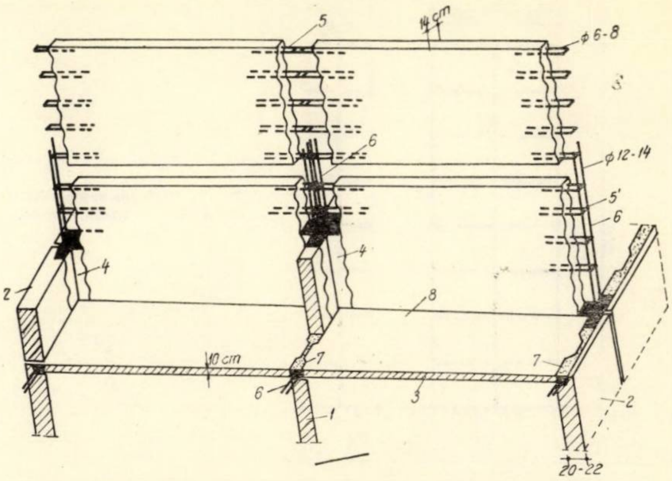


Fig. 1 *b*—Imbinare pe conturul panourilor în varianta I.P.B. (B)

1. panou de perete interior portant; *2.* panou de perete exterior portant; *3.* panou de plașeu; *4.* beton B 300 turnat în stîlpii dintre panourile de pereți; *5.* mustăți cu bucle; *6.* armătură montată pe șantier în stîlpi și centuri; *7.* beton turnat în centuri; *8.* mortar M 100

Prin cercetările experimentale efectuate s-a urmărit în special:

— comportarea comparativă a diafragmelor din panouri mari prefabricate și de beton armat monolit, la diferite stadii de solicitare dinamică;

— capacitatea celor trei variante de îmbinare (I.P.C.T., I.P.B. și I.P.C.M.C.) de a asigura continuitatea și monolitismul diafragmelor din panouri mari pînă la epuizarea rezervelor de rezistență;

— modul în care se modifică caracteristicile dinamice (frecvențele, formele proprii de vibrații, capacitatea de amortizare) și rigiditatea diafragmelor în diferite stadii de solicitare;

— diferența între comportarea la solicitări statice [7] și dinamice a diafragmelor încercate.

Caracteristicile elementelor experimentale

Modelele de diafragme alese pentru experimentare corespund unor clădiri reale cu opt niveluri.

În tabela 1 se prezintă cele 18 modele de diafragme verticale la scara 1/4, de diferite tipuri constructive încercate la solicitări dinamice.

Diafragmele încercate modelează diafragma prototip avînd la scara naturală înălțimea de 22 m, lățimea cuprinsă între 7,20 și 8 m, iar grosimea cuprinsă între 14 și 18 cm (fig. 2).

Tabela 1

Tipurile de diafragme încercate la solicitări dinamice

Tipul diafragmelor	Nr. de diafragme încercat	Notații *
Din panouri mari prefabricate, cu îmbinări „pe contur" tip I.P.C.T.	4	A_1, A'_1
Din panouri mari prefabricate, cu îmbinări „pe contur" tip I.P.B.	6	B_1,B_2,B'_2
Din panouri mari prefabricate, cu îmbinări „la colțuri" tip I.P.C.M.C.	4	D_1,D_2
Monolit (etalon)	4	E_1,E_2

*Notațiile se referă la amsamblul de două diafragme de același tip încercate simultan.

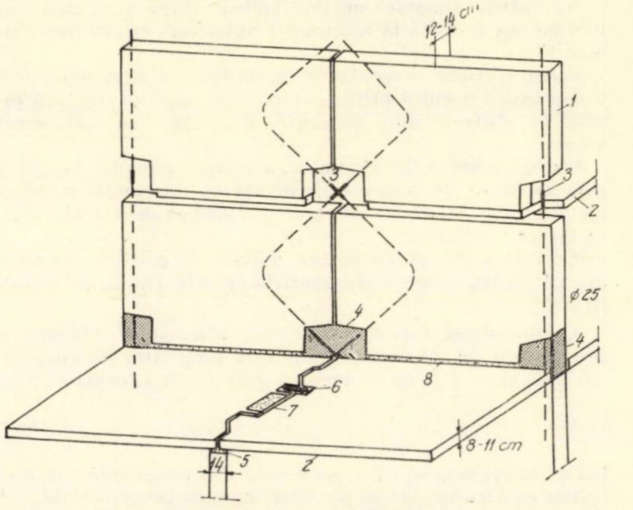


Fig. 1 *c*—Îmbinare la noduri de tip I.P.C.M.C.

1. panou de perete interior portant; *2.* panou de planșeu; *3.* îmbinare în sudură cu eclise; *4.* beton turnat; *5.* mortar de poză; *6.* îmbinare cu plăci metalice; *7.* mortar turnat în rost; *8.* mortar îndesat în rost

Modelarea geometrică a diafragmelor s-a făcut cu rigurozitate numai pentru dimensiunile în plan, grosimea fiind limitată din considerente constructive la 6—10 cm. Adoptarea unor scări de modelare diferite pentru lungimi, în cele două plane, nu afectează rezultatele urmărite, deoarece, în limitele ipotezelor admise, studiul comparativ al comportării diafragmelor modelate după criterii identice poate fi redus la o problemă plană.

Diafragmele-model au fost prevăzute cu armătură pentru preluarea eforturilor dinamice alternative de încovoiere, iar la diafragmele prefabricate a fost prevăzută în plus, în îmbinări, armătură pentru preluarea eforturilor principale de întindere.

Schema încercării și aparatura utilizată

Schema de încercare aleasă a fost condiționată de mijloacele de solicitare disponibile și de necesitatea alegerii unei scări mari pentru modele, în vederea executării corecte a îmbinărilor dintre panouri.

Modelele realizate reunesc cîte două diafragme de același tip cuplate printr-o fundație comună, ansamblul constituind o grindă simplu rezemată la capetele diafragmelor (fig. 3).

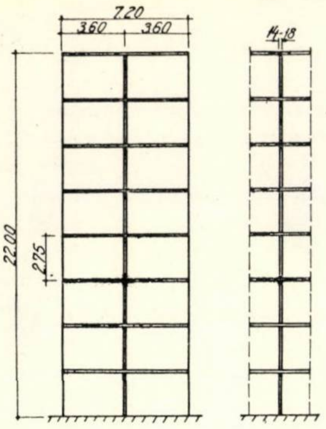


Fig. 2 – Schema geometrică a diafragmei verticale prototip

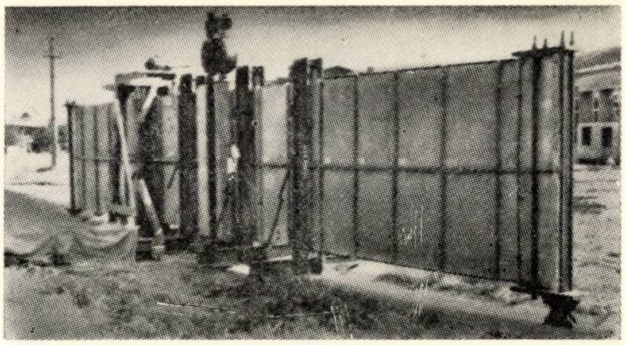


Fig. 3 b – Diafragma-machetă pe standul de încercare

Diafragmele se comportă deci ca nişte console încastrate în teren şi solicitate dinamic de o forţă orizontală alternativă concentrată la nivelul planşeului peste ultimul etaj. Dimensionarea a fost făcută în această ipoteză, solicitările din încărcările verticale fiind neglijate.

Încercările dinamice au fost aplicate după o schemă similară cu cea folosită la încercările anterioare cu încărcări statice [7].

Forţa statică, concentrată la mijlocul diafragmei-grindă, a fost însă înlocuită printr-o forţă dinamică alternativă produsă cu ajutorul unui generator de vibraţii cu mase excentrice.

Pentru încercările dinamice, capetele grinzilor-model au fost ancorate de reazeme (realizate cu articulaţii în planul longitudinal al grinzii), pentru a împiedica deplasarea reazemelor pe verticală.

Au fost luate de asemenea măsuri de ghidare laterală a grinzii pentru a împiedica apariţia unor fenomene de instabilitate.

Amplitudinea forţelor dinamice alternative produse de generatorul de vibraţii utilizat este proporţională cu pătratul frecvenţei f şi cu momentul greutăţilor excentrice C :

$$P_0 = m.e.\omega^2 = 4.C.f^2 \qquad (1)$$

în care m şi e reprezintă masa şi respectiv excentricitatea greutăţilor excentrice, iar ω pulsaţia mişcării generatorului.

Treptele de încărcare s-au obţinut prin modificarea greutăţilor excentrice ale generatorului de vibraţii şi au corespuns următoarelor valori ale momentului maselor excentrice C : 0,4 ; 0,8 ; 1,0 ; 1,2 ; 1,6 şi 2,0 kgfm.

Sistemul de antrenare a generatorului de vibraţii l-a constituit un dispozitiv de acţionare electrică. Acesta a permis reglarea continuă şi cu o precizie acceptabilă a turaţiei de lucru a generatorului.

Instalaţia de acţionare şi reglare continuă a frecvenţei, cu care e prevăzut generatorul de vibraţii, a permis obţinerea unei forţe dinamice cu o lege de variaţie de forma :

$$P(t) = P_0 \sin 2\pi f t \qquad (2)$$

în care t reprezintă timpul, iar f, frecvenţa variabilă în domeniul 0–30 Hz.

În timpul încercărilor dinamice s-au măsurat şi înregistrat :

a) acceleraţiile în patru puncte de la partea superioară a grinzilor, cu accelerometre inductive tip Vibrometer;

b) tensiunile în diverse puncte ale armăturii longitudinale, cu traductori electrici rezistivi;

c) deplasările la mijlocul deschiderii grinzii, cu un seismometru tip VBP–III;

d) frecvenţele proprii de vibraţie din diagramele acceleraţiilor, deplasărilor şi tensiunilor.

Înregistrarea tuturor mărimilor s-a făcut cu două oscilografe POB 12 M cu cîte şase canale.

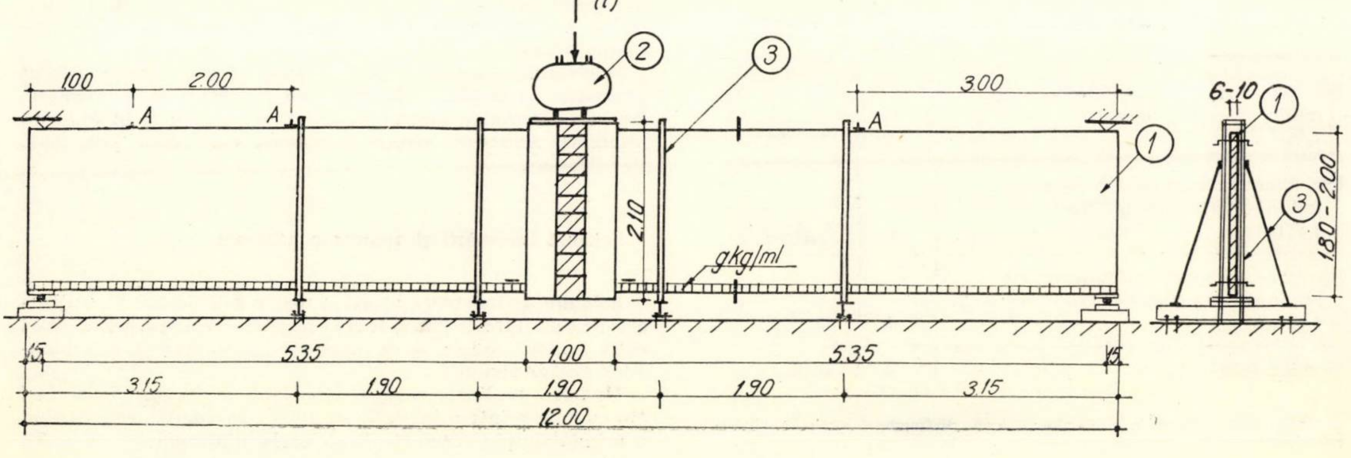
Cu toate că schema de încărcare a modelelor de diafragme diferă substanţial de încărcarea seismică din situaţia reală (preconizată de normativele în vigoare), se consideră că ea satisface obiectivele menţionate mai sus.

Relaţii teoretice utilizate pentru interpretarea rezultatelor

Valorile mărimilor caracteristice pentru analiza comportării grinzilor-model sub acţiunea solicitărilor dinamice au fost determinate pe baza relaţiilor de calcul stabilite cu ocazia primelor încercări dinamice pe modele de diafragme [8] şi [9].

Fig. 3 a – Încercarea la solicitări dinamice a diafragmelor-machetă

1. diafragmă-grindă; *2.* generator de vibraţii; *3.* dispozitiv pentru împiedicarea voalării; $P(t)$ – forţă dinamică alternativă; A – accelerometre; ▬ traductor electric rezistiv



Pentru deducerea acestor relaţii, modelul a fost considerat ca un sistem cu masă continuă acţionat de o forţă periodică alternativă aplicată în mijlocul deschiderii, iar domeniul de frecvenţe utile s-a considerat situat în jurul frecvenţei proprii fundamentale (modurile proprii superioare de vibraţii putînd fi astfel neglijate). În forma în care prezintă interes practic (corespunzător solicitării la rezonanţă), relaţiile menţionate sînt :

$$P_0 = 4.C.f_{\mathrm{I}}^2 \tag{3}$$

$$\ddot{u}_0 = 4\cdot\pi^2.\cdot f_{\mathrm{I}}^2\cdot u_0 \tag{4}$$

$$n = \frac{P_0}{Q}\left(\frac{\ddot{u}_0}{g}\right)^{-1} \tag{5}$$

$$K = \frac{4\cdot Q\cdot l^3}{g\cdot\pi^2}\cdot f_{\mathrm{I}}^2 \tag{6}$$

$$M_{max} = \frac{Q\cdot l}{8} + \frac{P_0\cdot l}{2n} = \frac{Q\cdot l}{8}\left(1 + 0{,}81\cdot\frac{\ddot{u}_0}{g}\right) \tag{7}$$

în care :

f_I este frecvenţa de rezonanţă pentru modul I de vibraţie ;

u_0 — deplasarea pe verticală a punctelor din secţiunea de la mijlocul deschiderii grinzii ;

$\ddot{u}_0$ — acceleraţia corespunzătoare ;

P_0 — amplitudinea forţei aplicate la rezonanţă ;

n — fracţiunea din amortizarea critică ;

K — modulul de rigiditate al secţiunii diafragmei ;

Q — greutatea totală a grinzii ;

M_{max} — momentul încovoietor maxim la mijlocul deschiderii grinzii.

g — acceleraţia gravitaţiei

Relaţiile (3)—(7) au fost utilizate pornindu-se de la valorile determinate experimental pentru frecvenţa de rezonanţă f şi deplasarea la mijlocul grinzii, u_0.

III. REZULTATE OBŢINUTE

Încercările s-au efectuat la rezistenţe ale betonului determinate pe cuburi cu l = 10 sau 20 cm, variind între 300 şi 500 kgf/cm².

Calitatea oţelului-beton s-a stabilit pe cupoane de armătură extrase din diafragme după încercarea acestora. Rezistenţa la curgere a oţelului folosit a avut valori cuprinse între 2600— 3500 kgf/cm².

Tabela 2

Valori maxime la rezonanţă ale unor mărimi caracteristice comportării dinamice a elementelor experimentale

Treapta de încărcare C (kgfm)	f_I (Hz)	u_0 (mm)	$\frac{\ddot{u}_0}{g}$	Po (kgfm)	n (%)	K (tfm²)	M_{max} (tfm)
1	2	3	4	5	6	7	8
1. *Modelul* A_1 (*I.P.C.T.*)							
0,6	11,5	0,64	0,34	327	24	39 700	7,40
1,0	10,6	1,00	0,44	450	26	33 800	8,52
1,2	10,5	1,22	0,54	530	24,5	33 000	9,05
2,0	10,0	2,56	1,01	800	20	30 000	11,40
2. *Modelul* A'_1 (*I.P.C.T.*)							
0,6	10,0	0,59	0,24	240	25	30 000	7,50
1,0	8,5	0,69	0,34	289	30	21 600	8,00
2,0	7,8	2,19	0,54	489	22,5	18 200	9,03
3. *Modelul* B_1 (*I.I.F.*)							
0,4	15,0	0,5	0,45	360	11,4	112 000	14,3
0,8	13,0	1,3	0,90	540	8,6	85 000	18,1
1,2	12,5	2,2	1,40	750	7,6	78 000	22,3
1,6	11,5	3,4	1,80	845	6,7	66 000	25,6
2,0	11,5	4,2	2,20	1 060	6,9	66 000	29,0
4. *Modelul* B_2 (*I.P.B.*)							
0,6	9,0	0,48	0,16	195	31	24 300	7,10
1,0	8,0	0,76	0,20	256	33	19 200	7,30
1,2	7,5	1,00	0,21	270	31,5	16 850	7,40
2,0	6,5	1,64	0,28	338	30	12 700	7,70
5. *Modelul* B'_2 (*I.P.B*)							
0,4	11,0	0,49	0,19	194	25	36 300	7,25
0,6	9,0	0,59	0,19	195	25	24 300	7,27
1,0	8,5	0,98	0,29	289	25	21 700	7,75
1,2	8,0	1,20	0,31	307	25	19 200	7,86
2,0	6,5	2,06	0,32	392	28	14 700	8,09
6. *Modelul* D_1 (*I.P.C.M.C.*)							
0,4	15,5	0,4	0,40	385	13,8	120 000	13,9
0,8	13,5	1,1	0,80	580	10,4	91 000	17,2
1,2	12,5	1,9	1,20	750	8,9	78 000	20,6
1,6	12,0	3,5	2,00	920	6,6	60 000	27,3
2,0	10,5	5,2	2,30	880	5,5	55 000	29,8
7. *Modelul* D_2 (*I.P.C.M.C.*)							
0,4	12,75	0,66	0,43	270	15,0	48 500	8,5
0,8	10,00	1,23	0,50	320	15,1	30 000	8,9
1,2	9,40	1,60	0,57	425	15,3	26 400	9,2
2,0	8,30	2,65	0,73	550	15,3	20 500	10,0
2,0*	7,00	3,50	0,69	390	13,5	14 700	9,8
8. *Modelul* E_1 (*monolit*)							
0,4	15,0	0,4	0,40	360	12,9	112 000	13,9
0,8	14,0	2,0	1,55	625	5,8	98 000	23,5
1,2	11,3	4,0	2,05	610	4,3	75 000	27,8
1,6	11,0	6,3	3,05	775	3,6	61 000	36,2
2,0	10,2	8,9	3,70	830	3,2	52 000	41,6
9. *Modelul* E_2 (*monolit*)							
0,4	13,00	0,52	0,35	271	18,4	50 000	8,1
0,6	11,00	0,67	0,325	289	21,1	36 600	8,0
0,8	10,20	1,30	0,54	333	14,6	30 700	9,1
1,0	9,50	1,33	0,48	361	17,9	26 600	8,7
1,2	8,60	1,40	0,41	356	20,6	21 800	8,4
1,6	8,25	1,45	0,40	435	25,8	20 000	8,35
2,0	8,75	3,10	0,95	613			

* După tăierea a două bare (una la partea de jos şi alta la partea de sus secţiunii) din armătura longitudinală.

Modelele de diafragme încercate dinamic au fost supuse unor solicitări de niveluri crescute progresiv, în general pînă la epuizarea capacităţii portante, corespunzător treptelor de încărcare indicate în tabela 2. La fiecare din treptele considerate, modelele au fost solicitate de forţe variabile ca intensitate, obţinute prin modificarea continuă a frecvenţei generatorului de vibraţii în gama 0—30 Hz (în cazuri izolate s-au atins şi frecvenţe de 40 Hz). Au fost aplicate, de asemenea, solicitări întreţinute cu frecvenţă constantă pentru o serie de valori ale frecvenţei situate în vecinătatea rezonanţei.

Pe baza datelor obţinute din măsurători, au fost determinate prin calcul, cu ajutorul relaţiilor (3)—(7), valorile maxime ale acceleraţiilor la rezonanţă $\ddot{u}_0$, amplitudinea forţei per

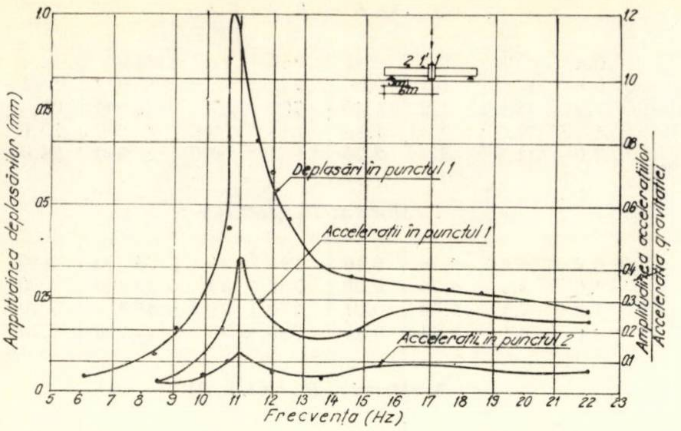


Fig. 4 – Diafragma A_1 (I.P.C.T.). Deplasări și accelerații măsurate la treapta de solicitare C = 1.0 kgfm

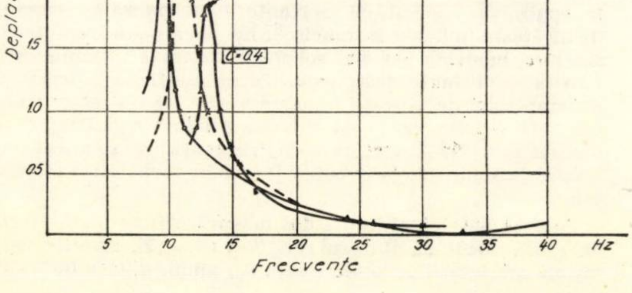
turbatoare aplicată la rezonanță, P_0, valorile coeficienților de amortizare n (fracțiunea din amortizarea critică), valorile modulului de rigiditate al grinzii K și valorile momentului încovoietor maxim din cîmp, M_{max}. Rezultatele obținute sînt prezentate în tabela 2.

În figura 4 este reprezentată alura variației mărimilor măsurate în timpul încercărilor, în funcție de frecvența oscilațiilor, la mijlocul și la sferturile deschiderii modelului A_1 (I.P.C.T.). Figurile sînt tipice pentru toate încercările efectuate. Se remarcă amplificările puternice la rezonanță (f_I = 11 Hz), unde s-au realizat valorile maxime ale deplasărilor și accelerațiilor (deși la frecvența de 20 Hz amplitudinea forței dinamice a fost de circa 3,5 ori mai mare decît amplitudinea forței care a produs rezonanța).

În figurile 5 — 7 sînt prezentate curbele de rezonanță deduse din deplasările măsurate la mijlocul grinzii, la diferite niveluri de solicitare, pentru unele modele experimentate. Figurile pun în evidență stadiile progresive de degradare care au apărut pentru fiecare treaptă nouă de încărcare, la toate modelele. Creșterea nivelului de încărcare a dus de fiecare dată la o scădere a frecvenței proprii (tabela 2) și la o creștere substanțială a deplasărilor la rezonanță.

Descreșterea frecvenței oscilațiilor o dată cu creșterea intensității solicitărilor ca urmare a dezvoltării procesului de fisurare indică o comportare neliniară a modelelor, caracteristică sistemelor care prezintă slăbiri ale rigidității pentru valori mari ale deplasărilor. Vîrfurile curbelor de rezonanță pentru diferite trepte de încărcare (fig. 5 — 7) se înscriu pe curbe similare celor deduse teoretic pentru sisteme elastoplastice solicitate de forțe sinusoidale [10]. Amplificările dinamice la rezonanță s-au produs într-o bandă îngustă de frecvențe și la forțe de niveluri reduse de intensitate.

Fig. 5 – Diafragma E_2 (monolită). Curbe de rezonanță la diferite trepte de încărcare



Frecvențele de rezonanță obținute din înregistrări și prezentate în tabela 2 pentru toate modelele încercate sînt indicate comparativ și în figura 8.

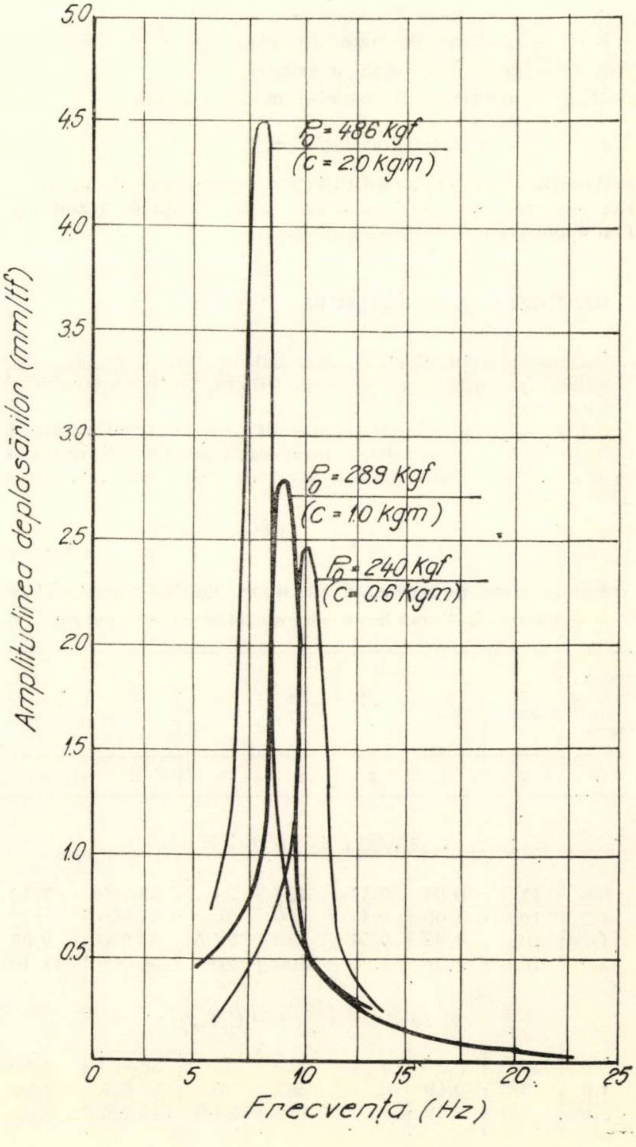
Valorile mai ridicate care apar pentru modelele B_1, D_1 și E_1 se datoresc rigidității mai mari a acestor modele (grosimea diafragmei 10 cm și înălțimea 1,80 m, față de 6 cm și respectiv 2,0 m la restul diafragmelor).

O indicație cantitativă asupra scăderilor care s-au produs la frecvențele de rezonanță, la diferite trepte de încărcare, este dată în tabela 3. În această tabelă, frecvențele de rezonanță la treptele superioare de încărcare sînt raportate la frecvența proprie inițială (la prima treaptă).

Din examinarea tabelei 3 rezultă că în vecinătatea ruperii după solicitări repetate în 4 — 6 trepte de încărcare se ajunge la o reducere a frecvenței proprii (față de valoarea inițială) de circa 30 — 40%. Fac excepție modelele A (I.P.C.T.), pentru care reducerea a fost mai mică (13—22%). Scăderile frecvențelor au fost mai pronunțate după prima treaptă de încărcare, cînd au atins valori de 7 — 15%.

Reducerea mai importantă a frecvențelor la prima treaptă de încărcare se poate explica prin efectul pe care-l produce declanșarea procesului de fisurare (la elementele din panouri

Fig. 6 – Diafragma A'_1 (I.P.C.T.). Curbele de rezonanță pentru deplasările la mijlocul deschiderii grinzii la diferite trepte de solicitare



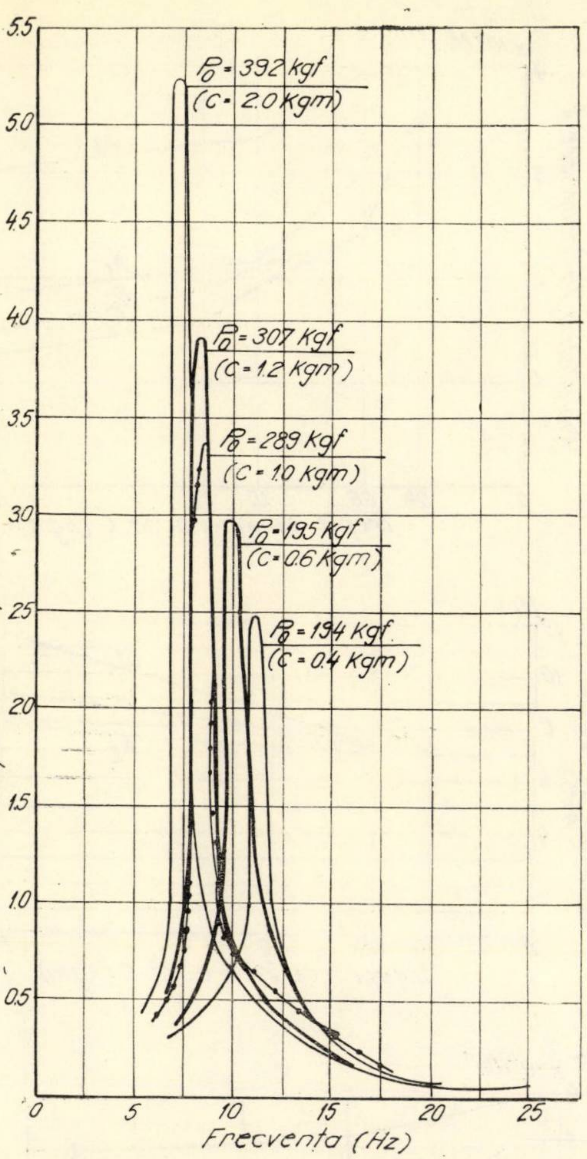


Fig. 7 — Diafragma B'_1 (I.P.B.). Curbele de rezonanţă pentru deplasările la mijlocul deschiderii grinzii, la diferite trepte de solicitare

prefabricate, fisurarea rosturilor dintre panouri), în special după parcurgerea frecvenţelor ridicate.

Figura 8 scoate în evidenţă comportarea asemănătoare a modelelor încercate. Se remarcă o comportare oarecum diferită la modelele A_1 şi A'_1 (I.P.C.T.), care prezintă variaţii ale rigidităţii mai reduse atunci cînd nivelul de solicitare creşte.

Capacitatea de amortizare a modelelor de diafragme a fost dedusă pe trei căi diferite : a) cu ajutorul relaţiei (5) pe baza deplasărilor măsurate (tabela 2) ; b) din lăţimea curbelor de rezonanţă calculate pentru o amplitudine constantă a forţei perturbatoare ; c) din înregistrările vibraţiilor libere provocate de şocuri aplicate elementului experimental după fiecare treaptă de solicitare. În figura 9 sînt prezentate comparativ rezultatele obţinute prin cele trei metode pentru unele din modelele experimentale. Se poate constata diferenţa dintre valorile deduse prin calcul şi cele deduse experimental. Valorile calculate sînt mult mai mari, ceea ce arată că ipotezele aproximative pe care s-a bazat deducerea teoretică a capacităţii de amortizare nu sînt în acest caz acceptabile. Complexitatea fenomenelor, în care intervin şi frecările la reazeme şi în dreptul ghidajelor în timpul încercării, face imposibilă deocamdată o apreciere mai exactă, prin calcul, a capacităţii de amortizare. Din tabela 2 se constată o capacitate de amortizare teoretică mai redusă pentru modelele B_1,D_1 şi E_1 care au avut rigidităţi mai mari decît celelalte modele.

În general, rezultatele experimentale indică o creştere a capacităţii de amortizare cu nivelul de solicitare (fig.9). Cantitativ însă, creşterea capacităţii de amortizare pînă la ruperea diafragmei este prea mică pentru a putea fi luată în considerare în calculele practice.

În figura 10 sînt prezentate diagramele de variaţie ale modulului de rigiditate şi ale momentului încovoietor maxim în cîmp pentru unele modele de diafragme. Valorile acestor mărimi calculate cu relaţiile (6) şi (7) sînt indicate în tabela 2. Din aceste diagrame se remarcă o descreştere a rigidităţilor diafragmelor o dată cu creşterea treptei de solicitare. Această concluzie este în acord cu modul (arătat mai sus) în care s-au modificat frecvenţele proprii în timpul solicitărilor progresive. De asemenea, se constată creşterea relativ uniformă a momentului încovoietor maxim o dată cu ridicarea nivelului de solicitare.

Rezultatele experimentale au fost completate cu observaţii asupra modului de fisurare şi de rupere a modelelor de diafragme.

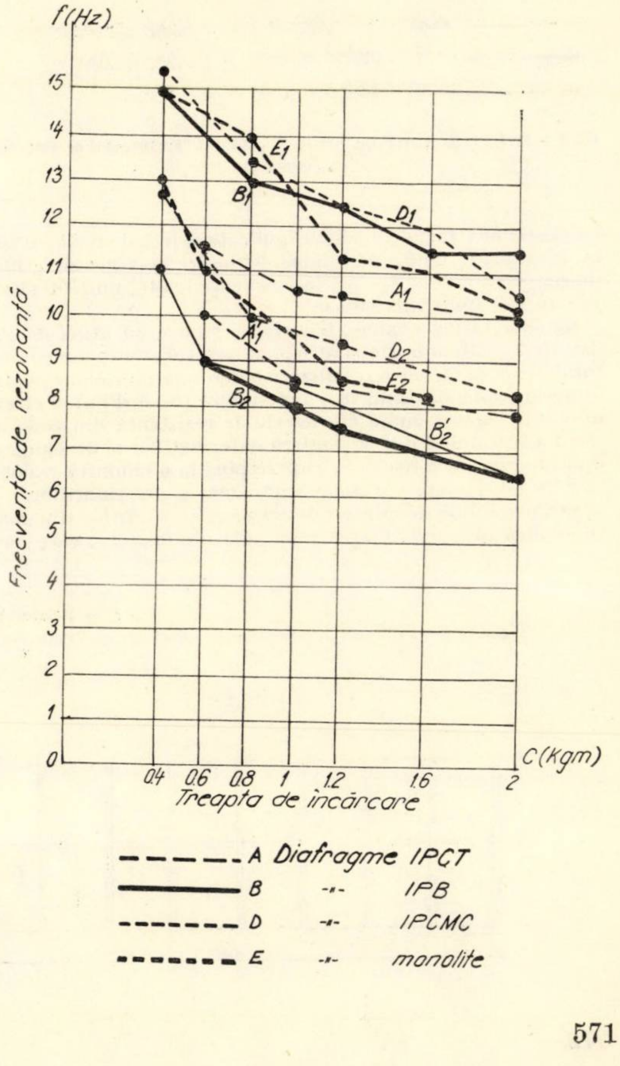
Imaginea modului de fisurare este redată în figurile 11—14.

La diafragmele monolite solicitate dinamic, fisurile s-au dezvoltat, în general, în sens transversal, modul de fisurare fiind foarte asemănător cu cel observat la diafragmele monolite încercate la solicitări statice [7].

La diafragmele din panouri prefabricate, fisurile s-au dezvoltat, în general, în dreptul suprafeţelor de contact dintre elementele prefabricate, numărul lor fiind mai redus decît la diafragmele monolite.

Ruperea modelelor s-a produs în mod similar la toate tipurile de diafragme : cedarea din încovoiere în secţiunea de încastrare în fundaţie (secţiunea din cîmp a modelului) (fig. 11 — 14) la ultima treaptă de solicitare. La această treaptă,

Fig. 8 — Variaţia frecvenţelor proprii ale diafragmelor încercate pentru diferite trepte de încărcare (moment excentric)



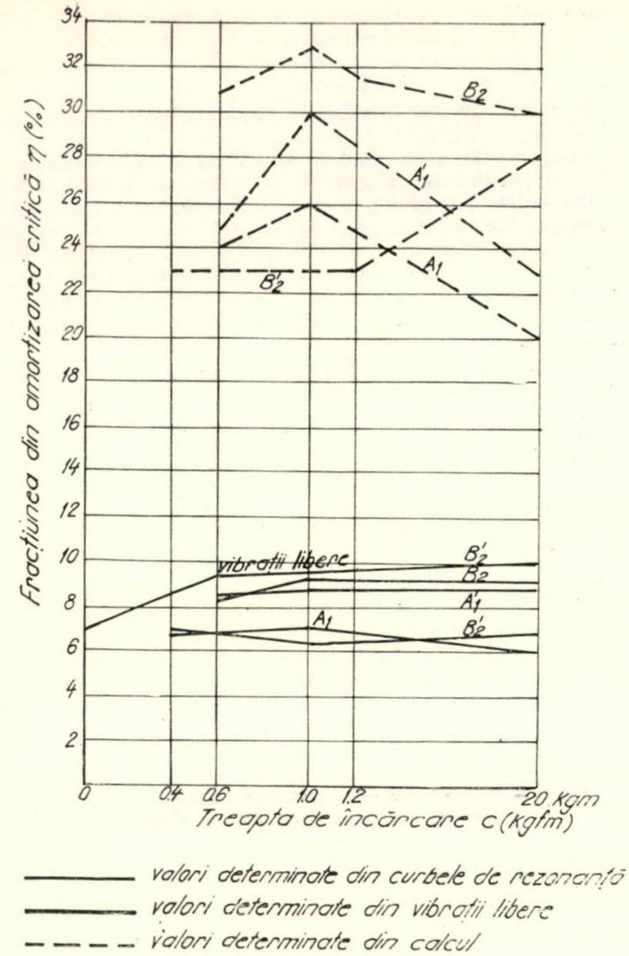


Fig. 9 – Modelele A, A'₂(I.P.C.T.) și B₂, B'₂ (I.P.B.). Coeficientul de amortizare a vibrațiilor

amplitudinea forței dinamice aplicate a fost de 0,34–0,80 t la rezonanță, cind s-au produs deplasări maxime ale grinzii de cca 3–5 mm și 3 – 5 t la frecvențe înalte, unde deplasările au fost mult mai reduse.

La solicitările maxime, fisurile de rupere au atins deschideri de 7 – 10 mm. După atingerea acestui stadiu s-a constatat la toate modelele o stabilizare a deformațiilor chiar pentru încărcări aplicate timp mai îndelungat (de ordinul a cîteva minute). Tăierea unora din barele de rezistență din zona întinsă a secțiunii a dus la sporirea deformațiilor și deschiderea mai pronunțată a fisurii de rupere pînă la o anumită valoare la care s-a remarcat o nouă stabilizare a deformațiilor.

Fenomenul de adaptare sub acțiunea solicitărilor dinamice se explică prin dezvoltarea procesului de fisurare, care duce

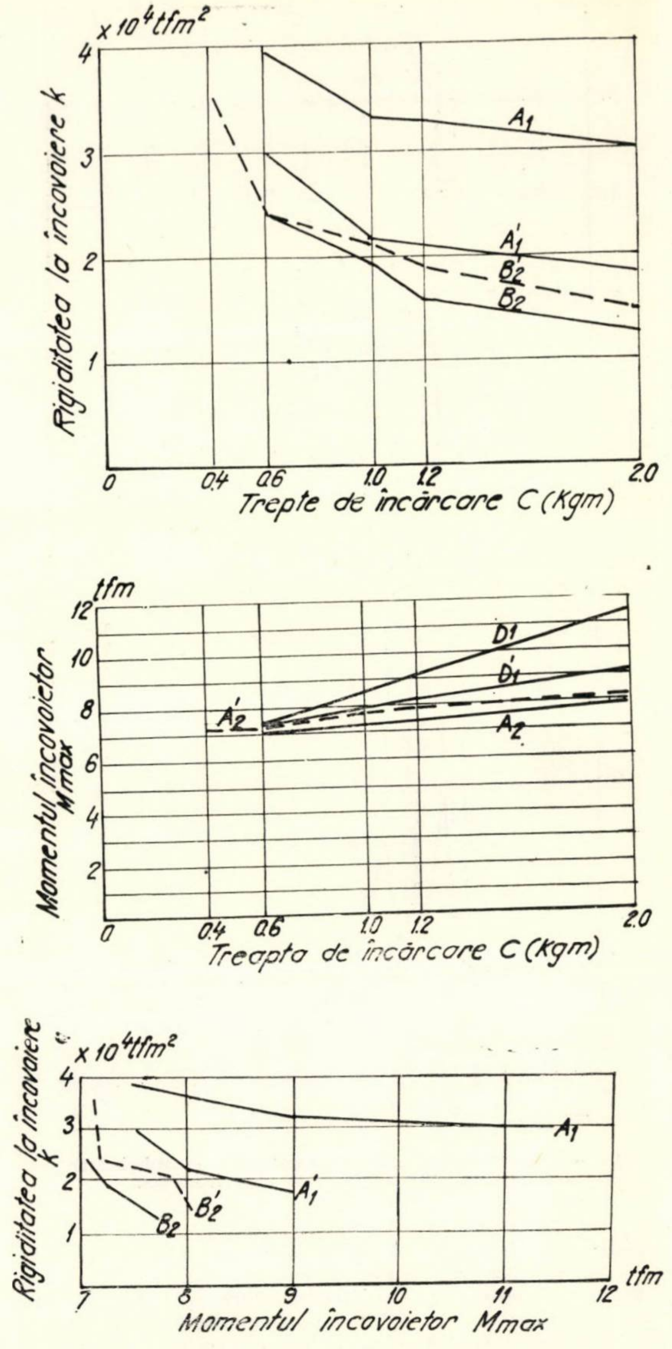
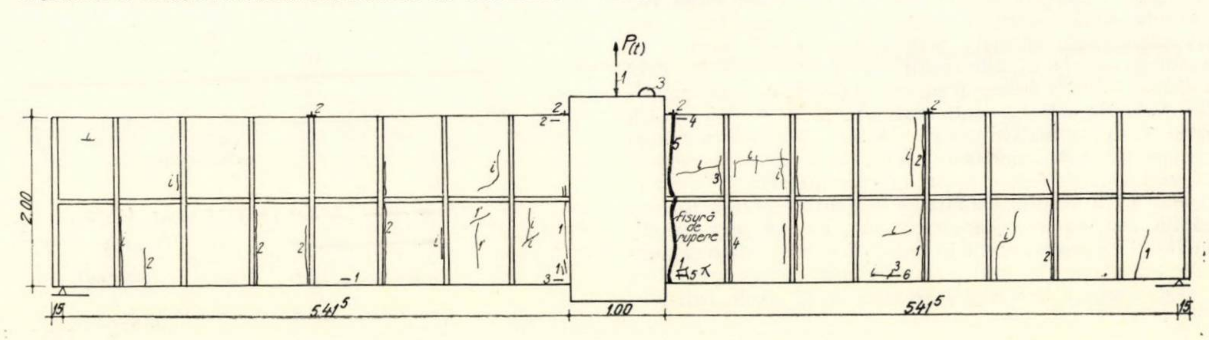


Fig. 10 – Modelele A₁, A'₁ (I.P.C.T.) și B₂, B'₂ (I.P.B.). Rigiditatea la încovoiere și momentul maxim în cîmp

Fig. 11 – Releveul fisurilor la o diafragmă monolită

1. generator de vibrații; 2. accelerometre inductive tip Vibrometer; 3. vibrograf VBP –III; 4–6 -fisuri apărute la diferite trepte de încărcare



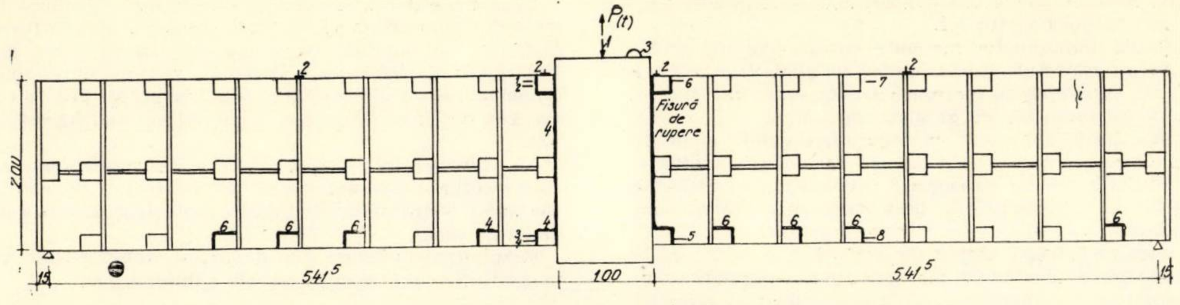


Fig. 12 – Releveul fisurilor la o diafragmă din panouri prefabricate tip I.P.C.M.C.

1. generator de vibrații; *2.* accelerometre inductive tip Vibrometer; *3.* vibrograf VBP –III; *4 – 6.* fisuri apărute la diferite trepte de încărcare

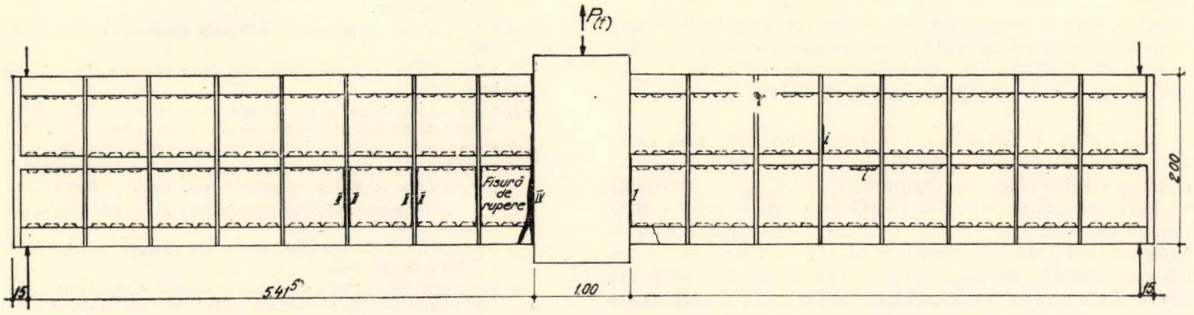


Fig. 13 – Releveul fisurilor la o diafragmă din panouri prefabricate tip I.P.C.T.

II.III.IV. trepte de încărcare

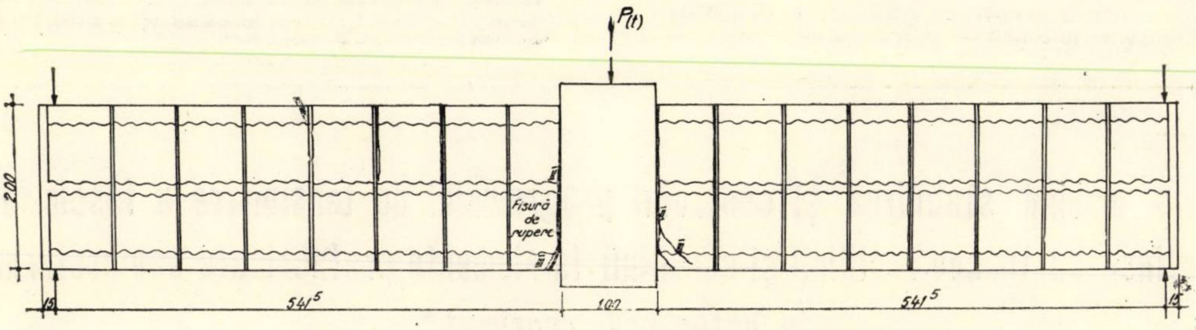


Fig. 14 – Releveul fisurilor la o diafragmă din panouri prefabricate tip I.P.B.

II.III.IV. trepte de încărcare

Tabela 3

Frecvențele de rezonanță la diferite trepte de încărcare a modelelor raportate la frecvența de rezonanță inițială (la prima treaptă)

Diafragma	Treapta de încercare *C* (kgfm)						
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0
A_1 (I.P.C.T.)	—	1	—	0,93	0,92	—	0,87
A'_1(I.P.C.T)	—	1	—	0,85	—	—	0,78
B_1(I.P.B.)	1	—	0,87	—	0,83	0,77	0,77
B_2(I.P.B.)	—	1	—	0,89	0,83	—	0,72
B'_2(I.P.B.)	1	0,82	—	0,77	0,73	—	0,59
D_1(I.P.C.M.C.)	1	—	0,87	—	0,80	0,78	0,68
D_2 (I.P.C.M.C.)	1	—	0,79	—	0,74	—	0,66
E_1 (monolit)	1	—	0,93	—	0,75	0,73	0,68
E_2 (monolit)	1	0,85	0,78	0,73	0,66	0,63	—

la scăderea rigidității diafragmei și creșterea capacității de amortizare ceea ce implică o reducere a solicitării diafragmei. Trebuie să se țină seamă și de faptul că scăderea frecvenței proprii a avut de asemenea ca efect o scădere a intensității forței aplicate. Pe de altă parte, pentru armătura întinsă a apărut, după atingerea limitei de curgere, un fenomen de consolidare caracteristic elementelor de beton cu procente mici de armare (din beton slab armat) [11].

Încercările pe epruvete extrase din diafragme au pus în evidență și posibilitatea apariției unui fenomen de ecruisare în secțiunea fisurată puternic datorită acțiunii solicitărilor repetate (încărcare-descărcare).

IV. CONCLUZII

Principalele concluzii de interes practic ce se desprind din ansamblul de încercări efectuate cu solicitări statice și dinamice sînt următoarele :

a) În ce privește apariția și dezvoltarea fisurilor, experimentările au ilustrat faptul că primele fisurări vizibile cu ochiul liber apar la trepte în general mai mari și sînt mai puține la număr la diafragmele din panouri mari prefabricate, decît la cele monolite ; acest regim aparent de fisurare se explică prin aceea că diafragmele din panouri mari sînt practic prefisurate în secţiunea rosturilor.

b) Ruperea diafragmelor monolite sau din panouri prefabricate avînd raportul dimensiunilor în plan $H/a > 2$ s-a produs prin încovoiere în secţiunea de încastrare în fundaţie, atît la solicitările statice, cît şi la cele dinamice.

Experimentările au arătat că toate diafragmele monolite sau din panouri prefabricate (în cele trei variante de îmbinare) prezintă practic aceeaşi capacitate portantă, cînd calitatea materialelor şi caracteristicile geometrice ale diafragmelor sînt similare.

c) În ceea ce priveşte starea de eforturi, a rezultat că la diafragmele cu multe niveluri, monolite sau din panouri asamblate, se pot utiliza metodele curente de calcul al grinzilor încovoiate corespunzătoare stadiilor de lucru I — III, în conformitate cu teoria betonului armat.

d) Frecvenţele proprii fundamentale prezintă valori apropiate pentru diafragmele monolite şi cele din panouri prefabricate.

În toate cazurile frecvenţele de rezonanţă au scăzut o dată cu creşterea nivelului de solicitare, ca urmare a dezvoltării procesului de fisurare. În vecinătatea ruperii s-au obţinut scăderi ale frecvenţei proprii pînă la 40% din valoarea iniţială.

e) Capacitatea de amortizare a oscilaţiilor este mai mare la diafragmele din panouri prefabricate decît la cele monolite. Datorită posibilităţilor de disipare a energiei în rosturile dintre panouri, capacitatea de amortizare poate fi cu 30—40% mai mare la diafragmele din panouri mari prefabricate. Sporirea nivelului de solicitare are ca efect o creştere relativ redusă a capacităţii de amortizare. Pentru practică se poate considera capacitatea de amortizare constantă pentru toate stadiile de solicitare.

f) Calitatea ridicată a materialelor aduce un aport substanţial la îmbunătăţirea comportării diafragmelor prefabricate solicitate dinamic.

Sintetizînd, se poate conchide că diafragmele din panouri mari au prezentat o comportare satisfăcătoare la solicitări tatice şi dinamice în condiţiile încercărilor efectuate.

Pentru preluarea eforturilor din acţiuni seismice, diafragmele din panouri mari prefabricate au o comportare satisfăcătoare comparabilă cu a diafragmelor de beton monolit. Faptul că au rigiditate mai redusă şi capacitate superioară de amortizare a vibraţiilor prezintă avantaje pentru comportarea la solicitări dinamice în raport cu diafragmele monolite.

La utilizarea în practica proiectării a rezultatelor cercetărilor efectuate este necesar să se ţină seamă de conlucrarea spaţială şi de influenţa condiţiilor reale de rezemare a diafragmelor pe teren.

Rezultatele obţinute şi concluziile stabilite sînt valabile în condiţiile unei execuţii corecte a îmbinărilor.

Bibliografie

[1] * * * : *World conference on earthquake engineering*. Proc. 1 WCEE, Berkeley, California, 1956.

[2] * * * : *World conference on earthquake engineering*. Proc. 2 WCEE, Tokyo, 1960.

[3] * * * : *World conference on earthquake engineering*. Proc. WCEE, New Zealand, 1964.

[4] * * * : Comité européen du béton, Commission XIII. *Structures par panneaux assemblés. Projet de recomandation*. Bul. CEB, Paris, oct. 1965

[5] * * * : Union européene pour l'agrément technique dans la construction (UEATC). *Directives communes pour l'agrément des procédés de construction par grands panneaux lourds préfabriques*. UEATC, Paris, dec. 1965.

[6] * * * : *The Agadir, Marocco earthquake*, Feb. 1960. American iron and steel institute, New York, 1962.

[7] Brânzan I. : *Rezistenţa diafragmelor din panouri mari*. Buletinul INCERC —ISCAS, nr. 4, 1962.

[8] Brânzan I. : *Cercetări experimentale privind comportarea la solicitări dinamice a îmbinărilor la diafragmele antiseismice ale clădirilor din panouri mari* Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 6, 1965.

[9] Dumitrescu D., Brânzan I., Sandi H.. Şerbănescu G. : *Modéles de diaphragmes en béton armé soumis a de fortes sollicitations dynamiques*. Proc. Int. Symp. RILEM, Mexico City, sept. 1966.

[10] Jennings P. C.; *Reponse of simple yelding structures to earthquake excitation*. California institute of tehnology, Pasadena, California, 1963.

[11] Avram C.N., Filimon I. : *Curs de beton armat*, partea a II-a, Ed. de stat didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1962.

Aspecte privind stabilirea şi controlul programului de tensionare a fasciculelor postîntinse cu trasee rectilinii şi curbilinii la elemente prefabricate sau preturnate de beton precomprimat*

Ing. V. Dascălu

M. C. I. – I.4 C.M. Iaşi

I. PREZENTAREA PROBLEMEI

În ultimii zece ani au fost proiectate şi executate într-un volum mare elemente de beton precomprimat cu armătură postîntinsă sub formă de fascicule de diverse tipuri.

Elemente prefabricate de catalog de mare serie au fost asimilate de producţie, ele fiind asamblate prin precomprimare cu fascicule în care sînt introduse eforturi iniţiale care variază de la 25 tf (12 ∅ 5 mm) la 100 tf (48 ∅ 5 mm), fiind în curs de introducere fascicule (toroane) pînă la 200 tf [6].

Se impune ca inginerii proiectanţi să prezinte în proiectele de execuţie toate datele necesare realizării efortului de precomprimare [3], deoarece, în majoritate, proiectele de execuţie se rezumă la precizarea :

— forţei de tragere a fiecărui fascicul (F_{ki}) ;

— efortului unitar de control (σ_{ki}) ;

— coeficienţilor teoretici de frecare ai fasciculelor pe traseu (k şi μ), precum şi deformaţiilor sau lunecărilor locale în ancoraje (λ).

În unele cazuri, pe planşele de execuţie sînt trecute şi alungirile fasciculelor (Δl_{ki}) sub acţiunea eforturilor de precomprimare.

Aceste valori sînt însă orientative [1], fiind calculate cu mărimi convenţionale ale modulului de elasticitate ($E = 1{,}8 \times 10^6$ kgf/cm²), a efortului mediu în fascicul $\left(\sigma_{ki}^{med}\right)$, a lungimii acestuia ($l_f$).

De fapt, şi valoarea efortului din fascicul (F_{ki}) sau a efortului unitar de control (σ_{ki}) sînt tot convenţionale, fiind necesară corectarea lor pe şantier în funcţie de căderile reale de tensiune în lungul fasciculelor determinate experimental la începutul operaţiilor de precomprimare, prin măsurarea mărimii frecărilor pe traseu, a lunecărilor şi deformaţiilor locale în ancoraje etc.

---

* Comunicare la Conferinţa de betoane, Sinaia, 16—18 decembrie 1968.

Precizia cu care trebuie realizată forţa de precomprimare este, evident, influenţată de precizia datelor de proiectare, de posibilităţile şi limitele în care inginerul responsabil cu stabilirea şi controlul programului de precomprimare poate corecta aceste valori pe şantier.

În institutele de proiectare, inginerul proiectant, în lipsa unor instrucţiuni obligatorii de proiectare, calculează elementele de beton precomprimat după diverse norme sau metode de calcul pe care le consideră mai corespunzătoare sau le stăpîneşte mai bine. În aceste condiţii, valorile indicate în proiectele de execuţie diferă de la un proiect la altul în funcţie de proiectant.

La organizaţiile de construcţii care au eşaloane specializate în execuţia lucrărilor de beton precomprimat sînt, de regulă, aceiaşi ingineri care trebuie să stabilească programele de precomprimare la o diversitate de cazuri pentru a garanta în orice situaţie şi pentru oricare soluţie proiectată, realizarea efortului de precomprimare prescris de proiectant.

Deşi fiecare din cei doi factori îşi are precizate responsabilităţile în realizarea structurilor de beton precomprimat, în execuţie se întîmpină greutăţi la controlul şi realizarea efortului de precomprimare ca urmare a faptului că proiectantul nu cunoaşte condiţiile tehnologice, iar inginerul de pe şantier nu cunoaşte factorii consideraţi în proiectarea unui anumit element.

Se ştie că betonul precomprimat a fost realizat graţie unor ingineri care au conceput alcătuirea, dimensiunile, mărimea eforturilor de precomprimare *şi în primul rînd tehnologia de realizare a eforturilor de precomprimare şi conservare a lor în timp.*

Trebuie subliniat că, de fapt, tehnologia a condiţionat şi condiţionează încă dezvoltarea betonului precomprimat şi în special a unor sisteme de precomprimare.

În prezent, la nivel naţional, cu mici excepţii, proiectarea şi execuţia fiind complet independente, la frontiera dintre ele au apărut probleme nerezolvate, neclare, care pot influenţa calitatea şi dezvoltarea construcţiilor de beton precomprimat.

Lucrarea tratează, însă, numai aspectele legate de stabilirea şi controlul programului de precomprimare la elementele cu fascicule postîntinse.

Analiza se bazează pe cercetarea datelor culese cu ocazia stabilirii a peste 30 de programe de precomprimare la circa 16 tipuri de grinzi prefabricate sau preturnate pe şantier, armate cu fascicule postîntinse.

Tratarea problemei prezintă importanţă pentru dezvoltarea betonului precomprimat şi îndeosebi pentru realizarea unor structuri raţional proiectate şi executate.

Numai prin rezumarea la un singur exemplu [2] şi se pot trage concluzii privind necesitatea unor norme de proiectare şi execuţie care să fie perfect corelate. Astfel, proiectul [2] prevede o valoare pentru efortul unitar de control $\sigma_k = 13\,180$ kgf/cm^2 ($0{,}8\ Rp^n = 13\,200$ kgf/cm^2), în care pierderile de tensiune prin frecare pe traseu sînt calculate cu o valoare pentru coeficientul de frecare $k = 0{,}002$ m^{-1} la un fascicul 24 Ø 5 mm (deşi normele noastre prevăd valoarea $k = 0{,}004$ m^{-1}).

Valoarea experimentală a rezultat $k = 0{,}00375$ m^{-1} iar pierderile reale de tensiune prin frecare $\Delta\sigma f^{exp} = 1{,}83\,\Delta\sigma_f^{pr}$. În această situaţie, efortul unitar de control corectat depăşeşte exagerat limita de $0{,}8\ Rp^n$; în situaţii frecvente (ca urmare a variaţiei frecărilor pe traseu din condiţii de execuţie) efortul σk trebuie sporit cu 5 % [3]. În eventualitatea cumulării cu erorile posibile în controlul efortului de circa +4,5 % [4], erori care pot fi şi mai mari [5], creşterea efortului unitar de control σk este de circa 12 %, ajungînd în cazul de faţă la o valoare de 14 800 kgf/cm^2. Evident, acest efort de control nu trebuie acceptat nici dacă sporirea tensiunii în fascicul este temporară.

De remarcat că, în acest caz, dacă în proiectare se consideră valoarea corectă a coeficientului k indicată în normele noastre [1], ($k = 0{,}004$ m^{-1}), iar efortul de control se menţine acelaşi ($\sigma_k \simeq 0{,}8\ Rp^n$), sporirea acestui efort peste $0{,}8\ Rp^n$, chiar temporară, este mai mare decît 6 %, ceea ce nu este de recomandat.

II. FACTORI CARE INFLUENŢEAZĂ STABILIREA PROGRAMULUI DE PRECOMPRIMARE A FASCICULELOR POSTÎNTINSE

II.1. Datele din proiectul de execuţie:

— forţa de tensionare a fiecărui fascicul (F_{ki});
— efortul unitar de control (σ_{ki});
— coeficienţii de frecare (k, μ), lunecările şi deformaţiile în ancoraje (λ);
— pierderile de tensiune globale din frecări pe traseu ($\Delta\sigma_f$);
— ordinea de tensionare;
— tipul de fascicul;
— modul de tensionare a fiecărui fascicul;
— calitatea oţelului proiectat pentru confecţionarea fasciculelor;
— natura canalelor (tecilor) în care sînt introduse fasciculele;
— modul de rezemare a grinzii înainte, în timpul şi după tensionarea fiecărui fascicul.

Multe din datele de mai sus nu sînt prezentate în proiectele de execuţie, însă ele condiţionează hotărîtor stabilirea programului de precomprimare şi precizia cu care va fi controlată forţa de precomprimare.

II.2. Utilajele de precomprimare:

— tipul preselor;
— starea tehnică a instalaţiilor de precomprimare;
— pompele de acţionare (manuală sau electrică) şi posibilităţile lor de exploatare;
— variaţia (constanţa) corespondenţei între presiunea din interiorul presei (măsurată) şi forţa reală de tragere dezvoltată;
— modul de transmitere a efortului de la presă la fascicul şi apoi în element.

II.3. Condiţiile de execuţie a elementelor (calitatea execuţiei):

— natura pereţilor, canalelor (tecilor) pentru fascicule, diametrul acestora şi modul lor de realizare;
— raportul dintre diametrul canalelor (tecilor) şi diametrul exterior al fasciculelor;
— variaţia (constanţa) calităţii execuţiei de la un element la altul, pentru acelaşi tip de fascicul.

II.4. Posibilităţile de măsurare şi control al efortului de precomprimare în timpul tensionării fasciculelor şi ulterior:

— metodele şi procedeele de control utilizate;
— performanţele şi precizia aparatelor de măsură (manometre de lucru, etalon etc.);
— competenţa şi calificarea personalului care execută precomprimarea;
— toleranţele admise la măsurarea efortului de precomprimare sau a mărimilor indirecte prin care se controlează realizarea acestuia.

II.5. Calitatea oţelului din care sînt confecţionate fasciculele:

— tipul oţelului;
— caracteristicile mecanice ale loturilor din care au fost confecţionate fasciculele;
— cunoaşterea lotului din care a fost confecţionat fiecare tip de fascicul (lot de fascicule).

III. STABILIREA PROGRAMULUI DE PRECOMPRIMARE PENTRU DIVERSE TIPURI DE FASCICULE POSTÎNTINSE LA ELEMENTE PREFABRICATE SAU PRETURNATE

Prin stabilirea programului de precomprimare a unei grinzi (a unui element în general) se înţelege determinarea, în funcţie de diverşi factori concreţi care influenţează realizarea cu anumită precizie a eforturilor iniţiale proiectate, a următoarelor valori de control pentru fiecare fascicul;
— presiunea de tragere (de control), (P_{ki});
— presiunea de tragere maximă (P_{imax});
— alungirea de control (Δl_{ki}) în mm;

— intervalul de alungiri în care trebuie să se încadreze alungirea măsurată $\left(\Delta l_{ki}^{min} \leqslant \Delta l_{ri} \leqslant \Delta l_{ki}^{max}\right)$;

— corecţiile şi modificările ce se vor face cînd alungirea măsurată rezultă cu valori în afara limitelor prescrise.

De asemenea, prin programul de precomprimare se precizează şi :

— ce metode sau procedee de control al efortului se utilizează;

— ce determinări şi verificări periodice sînt obligatorii (etalonări manometre, frecări interioare în prese, frecări pe traseu, săgeţi, scurtări ale betonului etc.);

— în ce condiţii este valabil programul de precomprimare stabilit şi cînd este necesară corectarea sau recalcularea lui. Lucrarea tratează numai unele aspecte privind stabilirea valorilor de control enunţate.

III.1. Stabilirea presiunii de tragere şi a presiunii maxime

Pentru stabilirea presiunii de tragere (de control) trebuie să se cunoască :

— forţa de tragere a fasciculului (F_{ki}) determinată prin proiectare (în kgf);

— suprafaţa pistonului presei asupra căreia se aplică presiunea de tragere (S_p în cm^2);

— frecările interioare în presele de tragere (f_p) în procente.

Cu valorile de mai sus, presiunea de control pentru un fascicul oarecare i se obţine din relaţia :

$$P_{ki} = \frac{F_{ki}}{S_p}\left(1+\frac{f_p\,\%}{100}\right) \text{ în atmosfere.}$$

Întrucît forţa de tragere (F_{ki}) va fi corectată după determinarea căderilor reale de tensiune din frecările pe traseu, şi presiunii de control i se vor aduce corecţii corespunzătoare.

Presiunea de control (P_{ki}) se împarte în 5—6 trepte de presiune [5] la care se vor măsura alungirile în procesul tensionării fasciculului.

Valorile presiunii pentru fiecare treaptă se vor fixa luînd în consideraţie gradaţiile manometrelor şi corespondenţa dintre indicaţia acului manometrului şi valoarea reală a presiunii măsurate pentru fiecare treaptă de presiune.

Suprafaţa pistonului va fi determinată prin măsurători exacte la fiecare presă, iar valorile din cartea tehnică nu vor fi luate în considerare fără a fi verificate.

Menţionăm că la unele din presele de 60 t (fabricaţie BAC-INCERC) suprafaţa pistonului de tragere (S_p) variază între 156,8 şi 161,2 cm^2.

În acest mod este definitivat programul presiunilor (treptele de presiune şi presiunea — treapta finală de control) care servesc la toate determinările şi încercările ulterioare pe baza cărora se vor stabili celelalte valori de control.

Pentru a evita creşterea tensiunii în fascicul peste 0,8 Rp^n se calculează presiunea maximă, care nu trebuie depăşită în timpul precomprimării sau altor încercări preliminare.

Se foloseşte aceeaşi relaţie, în care se ia $F_{ki} = 0{,}8\ Rp^n \times \times A_{pi}$, unde A_{pi} este secţiunea fasciculului (a armăturii precomprimate)$_u$:

$$P_{i\ max} = \frac{0{,}8\ Rp^n \cdot A_{pi}}{S_p}\left(1+\frac{f_p\ \%}{100}\right) \text{ în atmosfere.}$$

În proiectele de execuţie se dau numai coeficienţii de frecare pe traseu k şi μ consideraţi în proiectare aşa cum obligă şi normele noastre [3].

Pentru a se corecta forţa de tragere (de control) pe baza căderilor de tensiune determinate experimental din frecările pe traseu ($\Delta\sigma f^{exp}$) trebuie cunoscută valoarea pierderilor de tensiune considerată în proiectare ($\Delta\sigma f^{pr}$).

Corecţia pentru un fascicul oarecare i trebuie calculată astfel :

$$\Delta F_{fic} = \Delta F_{fi}{}^{exp} - \Delta F_{fi}{}^{pr} = (\Delta\sigma_{fi}{}^{exp} - \Delta\sigma_{fi}{}^{pr}) \cdot A_{pi}$$

Forţa de tragere (control) corectată (F_{kic}) va rezulta :

$$F_{kic} = F_{ki} \pm \Delta F_{fic}$$

unde F_{ki} este forţa de control indicată în proiect. Aceste corecţii nu se aplică şi nici nu se determină pe şantier, deşi din verificările şi calculele făcute de autor pentru mai multe tipuri de grinzi au valori medii de circa ± 4 % şi valori extreme care ajung la ± 11 %.

Rezultă că la *stabilirea programului de precomprimare interesează în primul rînd pierderile globale de tensiune* $\left(\Delta\sigma_f^{pr}\right)$ *din proiectare şi nu numai coeficienţii* k *şi* μ care se dau în prezent în toate proiectele de execuţie, dar se pot găsi în norme [1].

III.2. Stabilirea alungirii de control (Δl_k)

Pentru controlul efortului de precomprimare se utilizează două metode indirecte [3] şi [5] bazate pe măsurarea presiunii din instalaţia de precomprimare şi a alungirii armăturii. Corespondenţa, în anumite limite, a valorii presiunii şi şi alungirii corespunzătoare permite aprecierea preciziei cu care a fost realizată forţa de precomprimare.

Controlul efortului de precomprimare este influenţat de o serie de factori [5], care trebuie luaţi în considerare în special la stabilirea alungirii de control (de referinţă).

Fixarea unor valori cît mai exacte ale presiunilor şi alungirilor de control — ca valori de bază — prezintă importanţă pentru controlul forţei de precomprimare, ca şi pentru orice interpretare şi analiză ştiinţifică a rezultatelor obţinute la precomprimarea unui anumit element sau a unei serii de elemente identice.

Alungirea de control (Δl_{ki}) se calculează cu relaţia :

$$\Delta l_{ki} = \Delta l_{pi} + \Delta l_{bi} + \Delta l_{istr}$$

unde :

Δl_{pi} este alungirea armăturii precomprimate (a fasciculului i) sub acţiunea forţei de tragere F_{kic}, exprimată în mm;

Δl_{bi} — scurtarea elastică a betonului sub forţa de tragere F_{kic} (se măsoară experimental în mm);

$\Delta l_{i\ str}$ — eventuale striviri locale ale betonului sau deformări ale plăcilor de rezemare (se măsoară de la caz la caz în mm).

Cele mai deosebite probleme le ridică stabilirea alungirii postîntinse (Δl_{pi}). Pentru calculul acestei valori trebuie determinate următoarele mărimi :

— efortul unitar mediu în fascicul ($\sigma_{i\ med}$) cînd la presă s-a realizat forţa de control F_{kic};

— modulul de elasticitate aparent al fasciculului considerat (E_{fi}) determinat experimental, exprimat în kgf/cm^2;

— lungimea fasciculului între repere (l_{ri}) în centimetri.

Cu aceste valori : $\Delta l_{pi} = \dfrac{\sigma_{i\ med}}{E_{fi}} \cdot l_{ri} \cdot 10 = \varepsilon_{ki}^{med} \cdot l_{ri} \cdot 10$

(în mm)

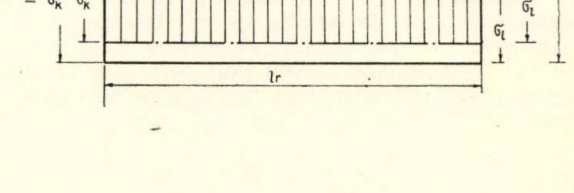
Determinarea tensiunii medii ($\sigma_{i\ med}$) în fascicul [4] se poate face cunoscînd frecările reale pe traseu ale fasciculului (căderile de tensiune — $\Delta\sigma_f^{exp}$) şi efortul de control real $\left(\sigma_{ki}^{real}\right)$ măsurat.

Aşa cum s-a menţionat la pct. III.1, efortul unitar efectiv realizat $\left(\sigma_{ki}^{real} \equiv \sigma_{ki}^{exp}\right)$ nu reprezintă valoarea efortului de control necesar. Din cauzele amintite, acest efort trebuie corectat după stabilirea diferenţelor între pierderile de tensiuni reale $\left(\Delta\sigma_f^{real}\right)$ şi cele considerate în proiectare $\left(\Delta\sigma_f^{pr}\right)$.

În figura 1 sînt prezentate grafic două cazuri frecvente în practică şi cînd :

$$\Delta\sigma_f^{real} \neq \Delta\sigma_f^{pr}.$$

Fig. 1 *a*



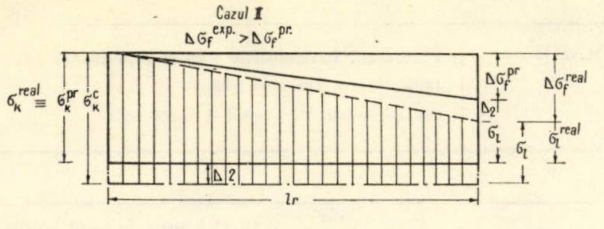


Fig. 1 *b*

Astfel, dacă nu se aplică corecţiile recomandate, în cazul I (fig. 1 *a*) alungirea măsurată va rezulta, în general, cu valori mai mari, iar în cazul II (fig. 1 *b*) cu valori mai mici decît alungirea de control.

Dacă reţinem aceste considerente este evidentă necesitatea ca proiectantul să prevadă în proiectele de execuţie diagramele de control al efortului din armătura pretensionată, după blocare, din care să rezulte explicit valorile σ_{ki}^{pr}, $\sigma_l^{pr}\left(\frac{\sigma_l^{pr}}{2}\right)$, $\sigma_{\lambda i}^{pr}$, respectiv $\Delta\sigma_{fi}^{pr}$ şi $\Delta\sigma_{\lambda i}^{pr}$, sistematizate ca în figura 2.

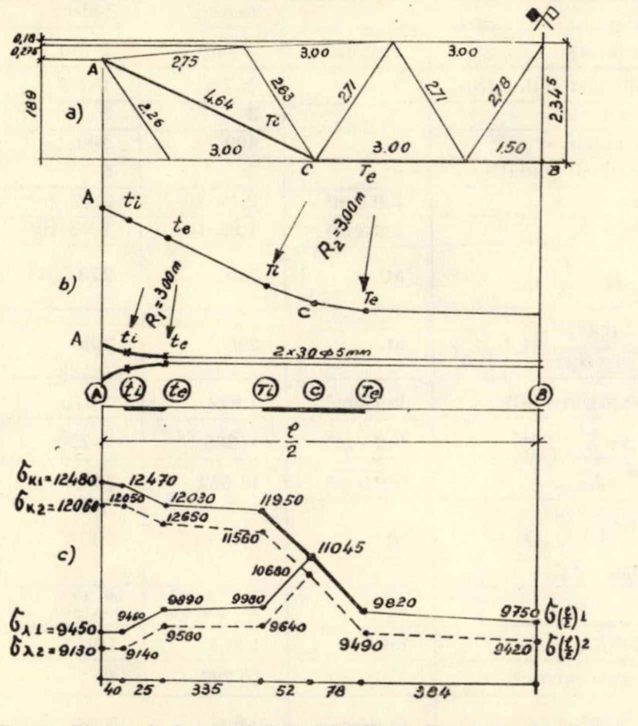


Fig. 2 – Diagramele de control al efortului din armătura pretensionată după blocare. Proiect IPCT–2066 – C.III Ferma F 18–1.6.

a—schema fermei; *b*—traseul fasciculelor postîntinse; *c*—diagramele de variaţie a efortului de control proiectat în lungul fasciculelor 1 şi 2

IV. CONTROLUL ŞI VERIFICAREA PROGRAMULUI DE PRECOMPRIMARE STABILIT

După stabilirea valorilor de control pentru presiunea de tragere (P_{ki}), treptele intermediare la care se măsoară alungirile şi alungirea de control (Δl_{ki}) se tensionează cîte un fascicul de probă din fiecare tip [1] pentru care s-a stabilit un program de tensionare. Pentru controlul valorilor de referinţă se obţin rezultate foarte bune dacă se aplică ,,metoda grafică" de verificare a corespondenţei — proporţionalităţii — între forţa de tragere (presiunea de tragere) şi alungirile măsurate [5].

Întrucît, de regulă, primul fascicul tensionat este cel cu care au fost determinate frecările pe traseu, prima verificare nu este concludentă. Bazat pe această observaţie, se recomandă verificarea programului stabilit pe 3—4 fascicule din acelaşi tip, analizîndu-se proporţionalitatea efort transmis (presiune) — alungiri obţinute, atît la fiecare treaptă de presiune, cît şi pentru valorile finale obţinute (fig. 3).

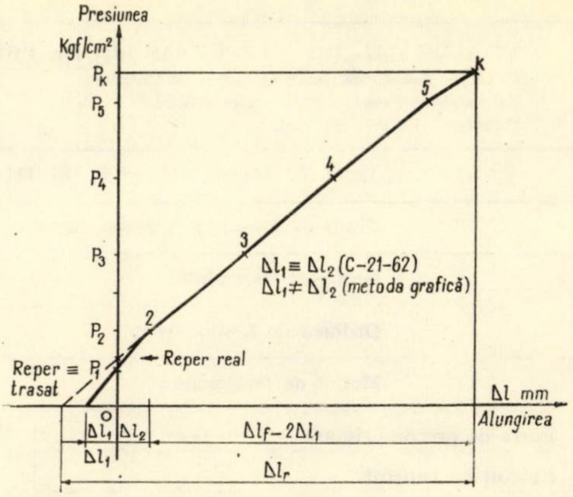


Fig. 3

V. DATE DE PROIECTARE NECESARE LA STABILIREA PROGRAMULUI DE PRECOMPRIMARE

În afara datelor prevăzute ca obligatorii în normativele actuale [3] sînt necesare şi următoarele valori:

— pierderile de tensiune globale din frecările pe traseu şi din lunecările sau deformaţiile locale în ancoraje (separat) considerate în calcule (diagramele de control al efortului din armătura pretensionată după blocare, ca în figura 2);

— schema statică de rezemare (de lucru) a elementului proiectat în diverse faze intermediare.

VI. CONCLUZII FINALE

Avînd în vedere stadiul actual al dezvoltării betonului precomprimat cu armătură postîntinsă, încît, practic, pe fiecare şantier din ţară se execută lucrări de beton precomprimat, luarea în considerare a aspectelor ridicate ar duce la corectarea normelor actuale, la stabilirea de obligaţii mai precise pentru proiectanţii şi executanţii lucrărilor de beton precomprimat.

Sînt necesare norme unice de proiectare riguros corelate cu prescripţiile de execuţie pentru a se proiecta elemente cu eforturi iniţiale realizabile, în anumite toleranţe, cu actualele tehnologii şi utilaje de precomprimare existente în ţară sau în curs de asimilare.

Trebuie introdusă obligativitatea ca în proiectele de execuţie să fie prezentate valorile pierderilor de tensiune globale din frecări pe traseu ($\Delta\sigma_f^{pr}$), considerate la stabilirea de către proiectant a efortului de control (σ_k), sub forma diagramelor de control al efortului din armătura pretensionată (fig. 2).

Se impune ca la stabilirea programului de precomprimare, o dată cu tensionarea primelor fascicule şi periodic, cînd se schimbă condiţiile care au stat la baza întocmirii programului de precomprimare iniţial, inginerul executant, de acord cu proiectantul, să ţină seamă de necesitatea corecţiilor ce trebuie efectuate asupra valorilor de control proiectate (vezi exemplul prezentat).

Numai un program de precomprimare corect întocmit permite stabilirea şi controlul realizării cu precizia dorită a eforturilor de precomprimare proiectate.

Trebuie reţinut că există posibilitatea, în special la fasciculele postîntinse, cu trasee frînte cu unghiuri de deviere mai mari de 20°, ca efortul de control proiectat (σ_{ki}^{pr}) să necesite o sporire de circa 5—6 % ca urmare a unor pierderi de tensiune din frecări pe traseu superioare celor proiectate. Însă, în

Tabela 1

FIŞA DE CALCUL A PROGRAMULUI DE PRECOMPRIMARE
Lucrarea: Fabrica de mobilă Cîmpulung Moldovenesc
Natura oţelului precomprimat: sîrme S.B.P.I Ø 5 mm
Proiectant: I.S.P.F. Bucureşti

Executant: Întreprinderea 4 construcţii-montaj Iaşi
Data 16–18 februarie 1968
Calcule de ing. V. Dascălu şi A. Tărcuţă

Tipul de element: fermă F 18–III–6

Tipul de fascicul: (traseu curb)		număr sîrme	18 Ø 5 mm	18 Ø 5 mm
Numărul fasciculului:		$i =$	1	2
Ordinea de tensionare:			1	2
Modul de tensionare:			de la două capete	de la două capete
Forţa de precomprimare	F_{ki}^{pr} (proiect)	kgf	42 100	40 900
Efortul de control	σ_{ki}^{pr} (proiect)	kgf/cm²	11 950	11 540
Coeficienţii de frecare pe traseu	k/μ (proiect)	m^{-1}	$\frac{0{,}002}{0{,}45}$	$\frac{0{,}002}{0{,}45}$
Lunecări şi deformaţii	λ	mm	3	3
Natura canalelor	proiect		beton	beton
	real		beton	beton
Pierderi de tensiune din frecări globale pe traseu	$\Delta\, \sigma_{fi}^{pr}$ (proiect)	kgf/cm²	2 260	2 180
Tipul preselor: BAC–INCERC	Suprafaţa pistonului (Sp)	cm²	157,8	157,8
Coeficienţii de frecare în prese	f_p (experimental)	%	3	3
Caracteristicile manometrelor	Valoare maximă	at	400	400
	Valoarea unei gradaţii	at	5	5
Modulul de elasticitate al oţelului precomprimat	Pe sîrme Ep	kgf/cm²	$2{,}12 \cdot 10^6$	$2{,}12 \cdot 10^6$
	Pe fascicul Ef	kgf/cm²	$1{,}92 \cdot 10^6$	$1{,}92 \cdot 10^6$
Presiunea de control (blocare)	$P_{ki} = \frac{F_{ki}}{S_p}\left(1 + \frac{fp}{100}\right)$	at	280	270
Presiunea maximă de tragere (blocare)	$P_{i\ max} = \frac{0{,}8 R_p^n A_p}{S_p}\left(1 + \frac{fp}{100}\right)$	at	295	295
Pierderi de tensiune din frecări pe traseu	$\Delta\sigma_{fi}^{exp}$ (experimental)	kgf/cm²	1 972	1 910
Calculul corecţiei efortului de control	$\Delta\sigma_{fic} = \Delta\sigma_{fi}^{exp} - \Delta\sigma_{fi}^{pr}$	kgf/cm²	−288	−270
Corectarea efortului unitar de control proiectat	$\sigma_{kic} = \sigma_{ki}^{pr} + \Delta\sigma_{fic}$	kgf/cm²	11 662	11 270
Presiunea de control corectată	$P_{kic} = \frac{F_{kic}}{S_p}\left(1 + \frac{fp\,\%}{100}\right)$ $(F_{kic} = \sigma_{kic} \cdot A_{pi})$	at	270	260
Fixarea treptelor de presiune	$P_1, P_2 \ldots P_k$	at	50, 100, 150, 200, 250, 270	50, 100, 150, 200, 250, 260
Lungimea între repere	$l_{ri} = l_{canal} + l_{prese}$	cm	1 917	1 917
Efortul unitar mediu	$\sigma_{i\ med}$ (experimental)	kgf/cm²	10 722	10 340
Alungirea specifică medie	$\varepsilon_{ki}^{med} = \frac{\sigma_{i\ med}}{E_{fi}}$	mm/m	5,6	5,38
Alungirea fasciculului	$\Delta l_{pi} = \varepsilon_{ki}^{med} \cdot l_{ri} \cdot 10$	mm	54 108	51,2 102,4
Scurtarea betonului	Δl_{bi}	mm	2	1,6
Strivirea betonului sau cedarea plăcilor de sub ancoraje	Δl_{istr}	mm	0	0
Alungirea de control	$\Delta l_{ki} = \Delta l_{pi} + \Delta l_{bi} + \Delta l_{istr}$.	mm	55 110	52 104
Intervale de alungiri în care se face blocarea fasciculului	$0{,}95\ \Delta l_{ki}$	mm	52 104	50 100
	$1{,}05\ \Delta l_{ki}$	mm	58 116	54 108
Intervale de alungire în care se sporeşte efortul cu 5 %	$0{,}90\ \Delta l_{ki}$	mm	46 92	48 96
	$0{,}95\ \Delta l_{ki}$	mm	52 104	50 100
Intervale de alungiri în care se face o verificare a manometrelor instalaţiei şi dacă nu sînt deranjamente se blochează fasciculul	$1{,}05\ \Delta l_{ki}$	mm	58 116	54 108
	$1{,}10\ \Delta l_{ki}$	mm	61 122	56 112
Valori sub şi peste care se opreşte blocarea şi se analizează situaţia cu proiectantul	sub $0{,}90\ \Delta l_{ki}$	mm	46 92	48 96
	peste $1{,}10\ \Delta l_{ki}$	mm	61 122	56 112

procesul tensionării, cînd nu este îndeplinită condiția încadrării alungirii măsurate în $+5\%$ față de valoarea de control Δl_{ki} (efortul de control trebuie sporit pînă la 5% [3]) se poate ajunge, în unele cazuri, la o corecție necesară de $+10$ pînă la $+11\%$ a valorii efortului proiectat (σ_{ki}^{pr}).

Se menționează că aceste creșteri ale efortului de control proiectat se pot cumula cu sporul din erori de măsurare și control al efortului de precomprimare [4], [5], independente de operator, care se ridică la valori de circa $\pm 5\%$ și aceasta dacă se lucrează destul de atent, cu personal instruit și cu aparatură de măsură și control de clase superioare de precizie (de exemplu, pentru manometre, minimum clasa 1,5).

Cum efortul de control efectiv, corectat (σ_{kic}), nu trebuie în nici un caz să depășească valoarea de $0{,}8\ R_p^n$ (peste $0{,}8\ R_p^n$ rămînînd doar posibilitatea unei corecții întîmplătoare, cînd nu se realizează alungirea armăturii și se sporește cu maximum $+5\%$ efortul de control — corectat — σ_{kic}), se recomandă ca proiectantul să stabilească cu mult discernămînt efortul unitar de control (σ_{ki}^{pr}) la valori apropiate sau egale cu $0{,}8\ R_p^n$.

În aceste cazuri, executantului trebuie să i se prescrie condițiile tehnologice care duc la reducerea pierderilor de tensiune din frecări pe traseu sau defecțiunile și greșelile de execuție care pot provoca creșterea frecărilor peste valoarea celor luate în considerație la proiectare.

Ca urmare, executantului îi revin obligații și responsabilități sporite. Numai printr-un control riguros și sistematic al execuției elementelor, armăturilor, asamblării panourilor, matării rosturilor, fixării ancorajelor preselor, tensionării armăturilor postîntinse etc. și aplicînd întocmai indicațiile proiectului, acesta va putea realiza practic, fără riscuri sau incertitudini, starea de eforturi din precomprimare proiectată pentru elementul de construcție considerat.

Prezentăm în continuare un exemplu de calcul pentru stabilirea unui program de precomprimare și propunem un model de „fișă de calcul" pe care autorul o utilizează cu rezultate optime (tabela 1).

APLICAREA UNOR CORECȚII ESTE ABSOLUT NECESARĂ:

a. În cazul I:

$$\Delta\sigma_f^{exp.} = \Delta\sigma_f^{real} < \sigma_f^{pr.}$$

$$\sigma_l^{real} = \sigma_l^{pr} + \Delta_1$$

$$\sigma_k^{corectat} = \sigma_k^c = \sigma_k^{pr} - \Delta_1$$

Dacă nu se aplică corecția Δ_1:

$$\sigma_k^{real} \equiv \sigma_k^{pr} > \sigma_k^c \text{ (necesar)}$$

b. În cazul II:

$$\Delta\sigma_f^{real} > \Delta\sigma_f^{pr.}$$

$$\sigma_l^{real} = \sigma_l^{pr} - \Delta_2$$

$$\sigma_k^{corectat} = \sigma_k^c = \sigma_k^{pr} + \Delta_2$$

Dacă nu se aplică corecția Δ_2:

$$\sigma_k^{real} \equiv \sigma_k^{pr} < \sigma_k^c \text{ (necesar)}$$

Bibliografie

[1] * * * *Normativ condiționat pentru calculul construcțiilor la stările limită*, partea a III-a, P8–62.

[2] * * * *Proiect PEc 454 – 307022/1967*, IPIU – București.

[3] * * * *Normativ pentru execuția și recepționarea lucrărilor de beton precomprimat C–21–62.*

[4] Viespescu D., Pachițac, Buber E.: *Probleme ale controlului lucrărilor de precomprimare cu armături postîntinse*. Revista construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 12, 1964.

[5] Dascălu V.: *Considerații privind stabilirea efortului de control în armătura postîntinsă*. Revista construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 7, 1968.

[6] Damian Fl., Găină N., Tannenbaum M.: *Perfecționări în direcții noi de dezvoltare în tehnica precomprimării cu armături postîntinse*, comunicare la sesiunea științifică anuală INCERC – 1968.

[7] Mihul A. ș.a.: *Beton armat – Îndrumar pentru lucrări de laborator*, Ed. didactică și pedagogică. București, 1967.

Sistematizarea calculului structurii halelor avînd stîlpii de beton armat cu goluri mari încastrați la ambele capete

Ing. C. Rușcă

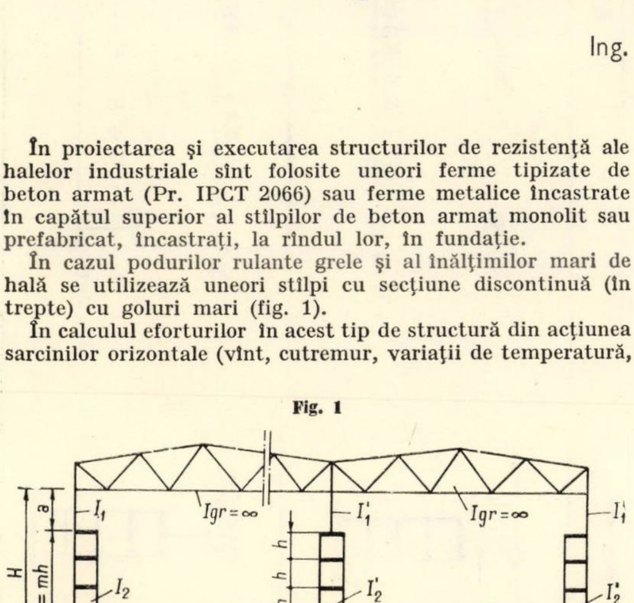
IPET

În proiectarea și executarea structurilor de rezistență ale halelor industriale sînt folosite uneori ferme tipizate de beton armat (Pr. IPCT 2066) sau ferme metalice încastrate în capătul superior al stîlpilor de beton armat monolit sau prefabricat, încastrați, la rîndul lor, în fundație.

În cazul podurilor rulante grele și al înălțimilor mari de hală se utilizează uneori stîlpi cu secțiune discontinuă (în trepte) cu goluri mari (fig. 1).

În calculul eforturilor în acest tip de structură din acțiunea sarcinilor orizontale (vînt, cutremur, variații de temperatură, forțe de frînare ale podurilor rulante) și din acțiunea excentrică a podurilor rulante (momente încovoietoare) rigla se consideră convențional cu rigiditate absolută ($Igr = \infty$).

Fig. 1



În cele ce urmează vom prezenta modul de calcul al eforturilor în stîlpii cu goluri mari, utilizînd metoda deplasărilor, pentru structura din figura 1.

Mai întîi se calculează reacțiunile orizontale și momentele încovoietoare din capetele stîlpilor din sistemul de bază (fig. 2, în care s-a considerat un cadru cu două deschideri) cu ajutorul formulelor din tabela 1.

Formulele din tabela 1 au fost stabilite de autor cu ajutorul relațiilor:

$$\overline{X}_i = \frac{\delta_{12} \cdot \Delta_{2p} - \delta_{22} \cdot \Delta_{1p}}{\delta_{11} \cdot \delta_{22} - \delta_{12}^2} \tag{1}$$

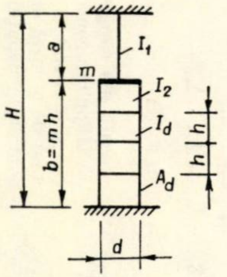
$$\overline{M}_i = \frac{\delta_{12} \cdot \Delta_{1p} - \delta_{11} \cdot \Delta_{2p}}{\delta_{11} \cdot \delta_{22} - \delta_{12}^2} \tag{2}$$

unde:

$\delta_{11} = \dfrac{H^3(1 + K + K_1)}{3nE \cdot I_1}$ este săgeata din capătul superior al stîlpului, considerat liber sus și încastrat la bază, acționat de o forță unitară orizontală în capătul superior;

Tabela 1

Stîlpi cu goluri mari cu secţiune discontinuă, încastraţi la bază şi la capătul superior



- Reacţiuni $\overline{X}_i$ în sistemul de bază
- Momente încovoietoare $\overline{M}_i$ la capătul superior în sistemul de bază
- Rigiditatea la deplasare R_i

Coeficienţi ajutători :

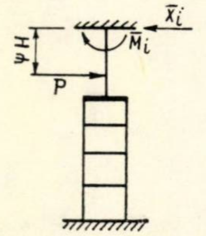
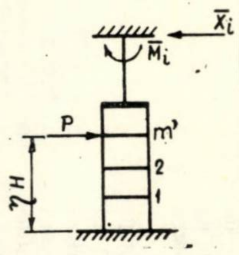
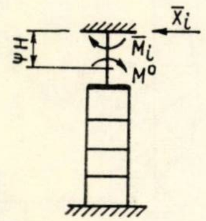
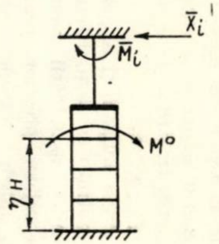
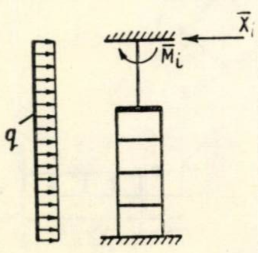
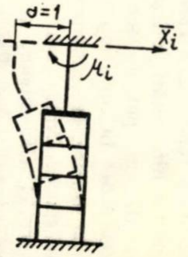
$$\lambda = \frac{a}{H}\ ;\quad n = \frac{I_2}{I_1}\ ;\quad I_2 = \frac{A_d \cdot d^2}{2}\ ;$$

$$K = \lambda^3 (n-1)\ ;\quad K_1 = \frac{(1-\lambda)^3 I_2}{8m^2 I_d}\ ;\ K_2 = \frac{(1-\lambda)^3 I_1}{8m^2 I_d}\ ;\ K_3 = \frac{nI_1}{4m'^2 I}\ ;$$

I_d = momentul de inerţie al secţiunii unei ramuri verticale
A_d = secţiunea unei ramuri verticale
m = numărul de goluri ale stîlpului
m' = numărul de goluri de la bază pînă la forţa P care acţionează la partea inferioară a stîlpului

$$\alpha_1 = \frac{(n-1)\lambda + 1}{n}\ ;\ \alpha_2 = \frac{(n-1)\lambda^2 + 1}{n}\ ;\ \alpha_3 = \frac{(n-1)\lambda^3 + 1}{n}\ ;$$

$$\alpha_4 = \frac{(n-1)\lambda^4 + 1}{n}\ ;\quad L = 4\alpha_1 (1 + K + K_1) - 3n\alpha_2^2\ ;$$

Schema încărcării	Reacţiunea $\overline{X}_i$ Momentul la capătul superior $\overline{M}_i$	Schema încărcării	Reacţiunea $\overline{X}_i$ Momentul la capătul superior $\overline{M}_i$
	$\overline{X}_i = P \cdot \frac{n\left\{4\alpha_1\left[K_2 + \alpha_3 - \frac{\psi}{2}(3\alpha_2 - \psi^2)\right] - 3\alpha_2[\alpha_2 - \psi(2\alpha_1 - \psi)]\right\}}{L}\ ;$ $\overline{M}_i = PH \times$ $\times \frac{2\left\{(1 + K + K_1)[\alpha_2 - \psi(2\alpha_1 - \psi)] - n\alpha_2\left[K_2 + \alpha_3 - \frac{\psi}{2}(3\alpha_2 - \psi^2)\right]\right\}}{L}\ ;$	 $\overline{X}_i$ $\overline{M}_i$ P m' 2 1 ηH	$\overline{X}_i = P \cdot \frac{\eta^2\{2\alpha_1[3 + \eta(K_3 - 1)] - 3\alpha_2\}}{L}\ ;$ $\overline{M}_i = PH \cdot \frac{\eta^2\left\{\frac{2(1 + K + K_1)}{n} - \alpha_2[3 + (K_3 - 1)\eta]\right\}}{L}\ ;$
	$\overline{X}_i = \frac{M^\circ}{H} \cdot \frac{6n[\alpha_1(\alpha_2 - \psi^2) - \alpha_2(\alpha_1 - \psi)]}{L}\ ;$ $\overline{M}_i = M^\circ \cdot \frac{[4(1 + K + K_1)(\alpha_1 - \psi) - 3n\alpha_2(\alpha_2 - \psi^2)]}{L}\ ;$		$\overline{X}_i = \frac{M^\circ}{H} \cdot \frac{6\eta[\alpha_1(2 - \eta) - \alpha_2]}{L}\ ;$ $\overline{M}_i = M^\circ \cdot \frac{\eta\left[\frac{4(1 + K + K_1)}{n} - 3\alpha_2(2 - \eta)\right]}{L}\ ;$
	$\overline{X}_i = qH \cdot \frac{n\{1{,}5\,\alpha_1[1{,}33\,K_2(1 + \lambda) + \alpha_4] - \alpha_2\alpha_3\}}{L}\ ;$ $\overline{M}_i = qH^2 \cdot \frac{\left\{\frac{2}{3}\alpha_3(1 + K + K_1) - 0{,}75\,n\alpha_2[1{,}33K_2(1 + \lambda) + \alpha_4]\right\}}{L}\ ;$		$\overline{X}_i = -R_i\ ;\quad R_i = \frac{12\,EI_2}{H^3} \cdot \frac{\alpha_1}{L}\ ;$ (Rigiditatea la deplasare) $\mu_i = \frac{6\,EI_2}{H^2} \cdot \frac{\alpha_2}{L}\ ;$ (Momentul din capătul superior)

$\delta_{12} = \dfrac{H^2}{2E \cdot I_1} \cdot \alpha_2$ — săgeata din capătul superior al stîlpului, liber sus şi încastrat la bază, acţionat de un moment încovoietor unitar în capătul superior ;

$\delta_{22} = \dfrac{H}{E \cdot I_1} \cdot \alpha_1$ — rotirea din capătul superior al stîlpului, liber sus şi încastrat la bază, acţionat de un moment încovoietor unitar în capătul superior ;

I_1 este momentul de inerţie de la partea superioară a stîlpului ;

Δ_{1p} — săgeata din capătul superior al stîlpului considerat liber sus şi încastrat la bază, acţionat de o încărcare oarecare ;

Δ_{2p} — rotirea din capătul superior al stîlpului considerat liber sus şi încastrat la bază, acţionat de o încărcare oarecare.

În calculul reacţiunii orizontale $\overline{X}_i$ şi a momentului încovoietor $\overline{M}_i$ pe sistemul de bază s-a ţinut seama de efectul Vierendeel, considerîndu-se deplasările reale ale stîlpului sub încărcările exterioare date.

Pentru calculul reacţiunilor elastice, cînd sistemul devine liber, deplasabil, se pot folosi formulele stabilite de autor din metoda deplasărilor :

$$X_i = \overline{X}_i - \overline{X} \cdot r_i \tag{3}$$

$$M_i = \overline{M}_i + \overline{X} \cdot m_i \tag{4}$$

unde :

$$\overline{X} = \Sigma \overline{X}_i ; \tag{5}$$

$$r_i = \frac{R}{\Sigma R_i} = \frac{R_i}{R} ; \tag{6}$$

$$m_i = \frac{\mu_i}{\Sigma R_i} = \frac{\mu_i}{R} ; \tag{7}$$

R_i este rigiditatea la deplasarea unitară orizontală ($\delta = 1$) a capătului superior ;

$$R = \Sigma R_i .$$

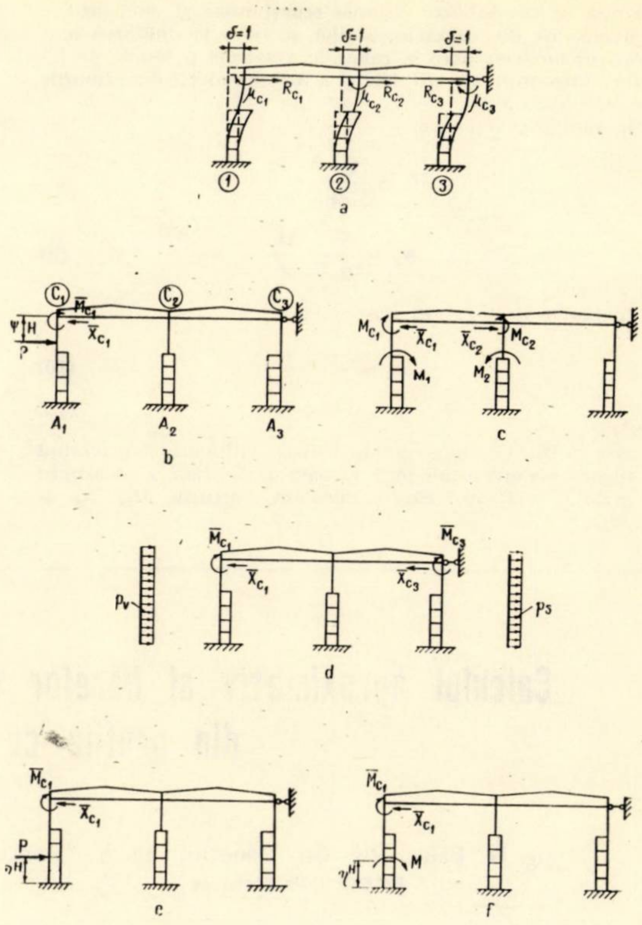
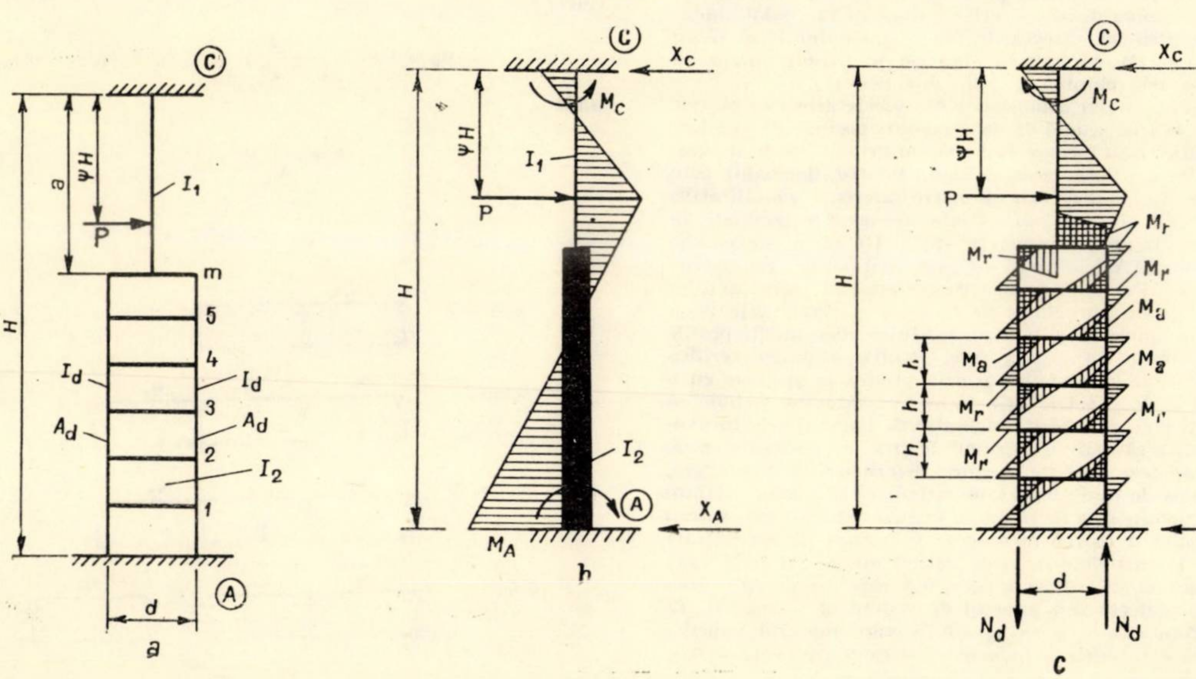

δ=1
δ=1
δ=1
μ_{c_1}
R_{c_1}
μ_{c_2}
R_{c_2}
R_{c_3}
μ_{c_3}
①
②
③
a
C_1
C_2
C_3
$\overline{M}_{c_1}$
$\overline{X}_{c_1}$
ψH
P
A_1
A_2
A_3
b
M_{c_1}
$\overline{X}_{c_1}$
$\overline{X}_{c_2}$
M_{c_2}
M_1
M_2
c
$\overline{M}_{c_1}$
$\overline{M}_{c_3}$
$\overline{X}_{c_1}$
$\overline{X}_{c_3}$
p_v
p_3
d
$\overline{M}_{c_1}$
$\overline{X}_{c_1}$
P
ηH
e
$\overline{M}_{c_1}$
$\overline{X}_{c_1}$
ηH
M
f

Fig. 2

Momentul încovoietor şi reacţiunea orizontală de la baza stîlpului se determină după stabilirea valorilor M_{elci} şi X_{elci} prin ecuaţii de moment faţă de punctul A de la bază şi prin ecuaţii de proiecţie pe orizontală, considerînd stîlpul ca pe o bară încastrată la bază şi liberă la capătul superior, încărcat cu X_{elci}, M_{elci} şi sarcinile exterioare corespunzătoare.

Fig. 3


C
a
ψH
I_1
P
m
5
4
3
2
1
H
I_d
I_d
A_d
A_d
I_2
d
A
a
C
X_C
M_C
ψH
I_1
P
H
I_2
A
X_A
M_A
b
C
X_C
M_C
ψH
P
H
M_r
M_r
M_r
M_a
M_a
M_a
M_r
M_r
M_r
h
h
h
X_A
d
N_d
N_d
c

După ce se stabilesc valorile reacțiunilor și momentelor încovoietoare din capetele stîlpilor se trece la stabilirea momentelor încovoietoare în ramurile verticale și barele de legătură orizontale ale stîlpului și a forțelor axiale din ramurile verticale (fig. 3 *c*).

În ramurile verticale

$$M_r = \frac{Q \cdot h}{4}; \tag{8}$$

$$N_d = \frac{N}{2} \pm \frac{M}{d} \tag{9}$$

În barele de legătură orizontală

$$M_a = \frac{Q \cdot h}{2} \tag{10}$$

unde :

Q este forța tăietoare pe înălțimea stîlpului, considerînd încărcările orizontale pînă la bara orizontală de deasupra golului în dreptul căruia calculăm eforturile M_r, N_d și M_a.

M și N din formula (9) reprezintă eforturile M și N calculate pe un stîlp echivalent cu secțiune plină (echivalența se referă la faptul că momentele de inerție sînt egale atît la partea superioară, cît și la cea inferioară (fig. 3 *b*).

Valorile eforturilor obținute se concentrează în tabele pentru a se stabili combinațiile de încărcări cele mai defavorabile pentru structură.

Bibliografie

[1] Mazilu P. C. : *Statica construcțiilor. Sisteme statice nedeterminate*, vol. II Ed. tehnică, București, 1959.

[2] Agent R. : *Metoda aproximațiilor succesive*. E.S.A.C., București, 1955.

[3] Primak N. S. : *Calculul construcțiilor în cadre pentru clădiri industriale cu un nivel*. Budivelnik, Kiev, 1966.

[4] Rușcă C., Perjescu M. : *Metodă simplificată de calcul pentru hale industriale* Rev. construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 3, 1966.

[5] Perjescu M., Rușcă C. : *Metodă simplificată de calcul pentru hale industriale avînd stîlpi din beton armat cu goluri mari*. Rev. construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 9–10, 1966.

[6] Rușcă C. : *Hale industriale. Calculul cadrelor transversale cu grindă cu zăbrele prin metoda deformațiilor*. Rev. construcțiilor și a materialelor de construcții nr. 3, 1968.

[7] Rușcă C. : *Hale industriale cu un nivel. Sistematizări în calculul structurilor de hale cu stîlpi încastrați în fermele șarpantei*. Rev. construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 12, 1968.

Calculul aproximativ al barelor comprimate la grinzi cu zăbrele din profile cu pereți subțiri

Ing. N. Băluț, ing. Gh. Dănețiu, ing. V. Gioncu,
INCERC filiala Timișoara

conf. ing. I. Appeltauer, ing. E. Cuteanu
Institutul politehnic Timișoara

I. INTRODUCERE

Un domeniu important al elementelor de construcții, în care se pot folosi rațional profilele cu pereți subțiri formate la rece, este cel al grinzilor cu zăbrele. La acestea, barele componente au de obicei secțiuni transversale cu o singură axă de simetrie. Astfel, pentru talpa superioară, o soluție avantajoasă este alegerea unui profil omega, iar pentru zăbrele și talpa inferioară, profile U. Prin introducerea zăbrelelor în lumina dintre pereții verticali ai profilului omega și prin sudarea lor directă de inima profilului U al tălpii inferioare, așezat cu axa de simetrie în planul grinzii cu zăbrele, se pot elimina guseele din noduri.

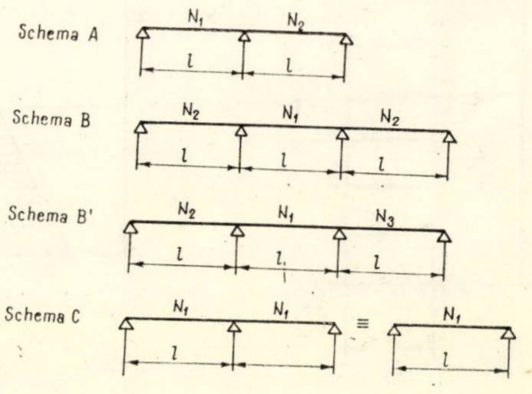
La calculul barelor comprimate din aceste grinzi cu zăbrele trebuie să se țină seamă de două moduri posibile de pierdere a stabilității : prin încovoiere în planul grinzii și prin încovoiere-răsucire în afara acestui plan. Pentru flambajul prin încovoiere în planul grinzii nu există diferențe semnificative între calculul grinzilor cu zăbrele din profile laminate la cald și cele din profile cu pereți subțiri. De aceea, prevederile cuprinse în STAS 763–66 ,,Construcții civile, industriale și agricole. Prescripții pentru proiectarea construcțiilor metalice" privind lungimile de flambaj în planul grinzii cu zăbrele sînt aplicabile și în cazul alcătuirii acestora din profile cu pereți subțiri formate la rece. Pentru a putea verifica flambajul în afara planului grinzii, produs la profilele cu o singură axă de simetrie prin încovoiere-răsucire, trebuie să fie definiți multiplicatorii lungimilor de flambaj prin încovoiere μ și prin răsucire μ_0. Primul depinde de posibilitatea de rotire a capetelor de bară în cadrul deformației de încovoiere, iar al doilea de posibilitatea de strîmbare a acestor secțiuni în cadrul deformației de răsucire. Pentru determinarea valorii coeficientului μ există metode în literatura de specialitate [1], [2]. Pentru determinarea valorii lui μ_0, în DIN 4114 [3] se recomandă valoarea $\mu_0 = 0{,}5$ care corespunde unei încastrări perfecte din punctul de vedere al strîmbării. În [4] se propune o valoare $\mu_0 = 0{,}75$, care reprezintă media aritmetică a valorilor pentru încastrarea perfectă ($\mu_0 = 0{,}5$) și simpla rezemare ($\mu_0 = 1{,}0$). În [5] se studiază detaliat factorii care produc încastrarea parțială a capetelor de bară într-o grindă cu zăbrele, și anume : continuitatea tălpii superioare și rigiditatea zăbrelelor concurente în noduri. Efectul continuității tălpii superioare apare numai în cazul variației solicitărilor axiale de la un panou la altul. În [5] se arată că în cazurile curente, schema de calcul pentru talpa superioară se poate reduce la trei scheme simplificate, indicate în figura 1. Pentru acestea s-au dat relații simple de calcul :

$$\mu_0 = 1 - c_1 \frac{1 - k}{1 - k_0}\ ; \quad \mu = c_3 + c_4\, k \tag{1–2}$$

unde

$$k = \frac{N_2}{N_1}\ ; \tag{3}$$

Fig. 1



$$k_0 = \frac{1}{1 + c_2 \frac{C_\omega}{Cl^2}} \qquad (4)$$

$C_\omega = EI_\omega$ este modulul de rigiditate al răsucirii împiedicate;
$C = GI_r$ modulul de rigiditate al răsucirii libere;
l lungimea barei;
$c_1 \ldots c_4$ coeficienţi daţi în tabela 1.

Tabela 1

Schema conform figurii 1	c_1	c_2	c_3	c_4
A	0,157	13,88	0,843	0,157
B	0,278	18,91	0,722	0,278
C	0	—	1,000	0

Tot în [5] s-a arătat că efectul rigidităţii unui montant este foarte mic.

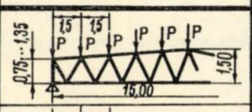
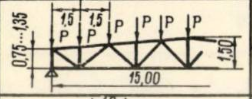
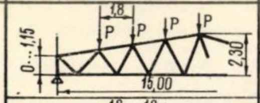
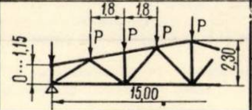
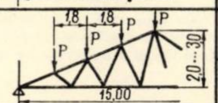
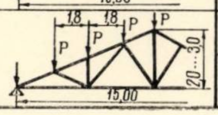
Pentru verificarea unor ipoteze simplificatoare din [5], s-a studiat în [6] pentru cazul *B* şi schema suplimentară *B'* (fig. 1), în care $N_3 \neq N_2$. Pe baza valorilor calculate, pentru cazurile practice se poate trage concluzia că schema de calcul *B'* poate fi înlocuită prin schema mai simplă *B*. De asemenea, pentru studiul efectului rigidităţii zăbrelelor s-a considerat şi o schemă mai completă, cînd în nod concură două diagonale. Rezultatul anterior privind efectul redus al rigidităţii zăbrelelor a fost confirmat pe baza unui calcul practic.

Deoarece în exemplul de calcul din [5] au rezultat multiplicatori ai lungimilor de flambaj foarte apropiaţi de cei corespunzători simplei rezemări în noduri, s-a considerat util a se verifica mărimea acestor coeficienţi pentru mai multe cazuri practice. De asemenea, trebuie cunoscute condiţiile de încastrare parţială în noduri şi pentru diagonale.

II. CALCULUL SIMPLIFICAT AL TĂLPII SUPERIOARE

În tabela 2 au fost trecute rezultatele calculelor privitoare la două tipuri de ferme des folosite (cu diagonale, respectiv cu diagonale şi montanţi) şi cu trei tipuri de învelitori curente (pînză asfaltată, tablă ondulată şi azbociment ondulat).

Tabela 2

Învelitoare	Tipul fermei	Panta %	k	Schema	μ	μ_0
Pînză asfaltată		2	0,991	A	0,998	0,998
		10	0,945	B	0,985	0,982
		2	0,876	A	0,981	0,975
		10	0,952	A	0,993	0,990
Tablă ondulată		15	0,980	B	0,995	0,993
		30	0,915	A	0,988	0,981
		15	0,988	A	0,998	0,997
		30	0,866	A	0,979	0,970
Plăci azbociment		25	0,919	A	0,988	0,982
		40	0,911	A	0,986	0,980
		25	1,000	C	1,00	1,000
		40	0,882	A	0,982	0,974

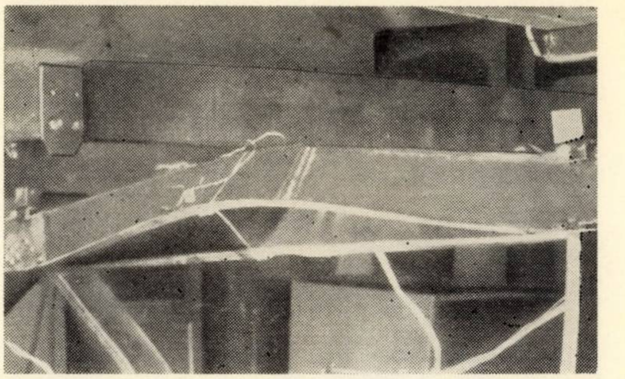


Fig. 2

Dintre pantele corespunzătoare au fost alese valori apropiate de cele minime şi maxime. Deschiderea fermelor a fost aleasă de 15,0 m, ca fiind o deschidere medie. Tabela 2 cuprinde valoarea $k = \frac{N_2}{N_1}$, unde N_1 este forţa axială maximă din talpa superioară, iar N_2 forţa din bara alăturată celei mai solicitate (în cazul schemei de calcul *B*, N_2 este forţa cea mai mare dintre cele două forţe axiale alăturate forţei maxime). Tabela cuprinde şi valorile μ şi μ_0 calculate cu ajutorul relaţiilor (1—4). Se constată că μ nu scade sub 0,98, iar μ_0 sub 0,97. Pe baza acestor consideraţii se poate conchide cu o bună aproximaţie că barele tălpii superioare sînt simplu rezemate în noduri ($\mu = \mu_0 = 1{,}0$). O confirmare a acestui rezultat a fost obţinută cu ocazia experimentării unor ferme cu deschiderea de 12 m [7]. Talpa superioară şi-a pierdut capacitatea portantă prin flambajul cu încovoiere-răsucire al unui panou (fig. 2), în care exista la încărcarea respectivă o forţă axială de 16,25 tf. Calculînd capacitatea portantă a barei cu considerarea simplei rezemări în noduri din punctul de vedere al încovoierii şi răsucirii, se obţine forţa axială de 16,18 tf. Concordanţa foarte bună între cele două valori, cea experimentală şi cea de calcul, a fost verificată şi cu ajutorul unor încercări pe bare izolate, care au confirmat rezultatele obţinute.

III. CALCULUL ZĂBRELELOR COMPRIMATE

Pentru alcătuirea zăbrelelor fermelor sau panelor din profile cu pereţi subţiri se aleg de obicei profile cu o singură axă de simetrie (⊏, ⊏, └, └), cuprinsă în planul grinzii cu zăbrele, prinse direct de tălpi prin cordoane de sudură. În cazul grinzilor cu zăbrele alcătuite din laminate la cald, prinderea se face cu ajutorul guseelor, care au o rigiditate foarte mică la încovoiere în planul perpendicular şi nu pot împiedica rotirea prin încovoiere în noduri. În cazul cînd prinderea se face direct de tălpi, rotirea şi strîmbarea capetelor care însoţesc flambajul prin încovoiere-răsucire sînt împiedicate de rigidităţile respective ale barelor concurente în nod, iar în cazul prinderii rigide a panelor de grinzi, şi de rigiditatea ansamblului pană-învelitoare. Problema este foarte complicată şi de aceea s-a recurs la determinarea experimentală a multiplicatorilor lungimilor de flambaj μ şi μ_0.

În primul rînd au fost analizate zăbrelele comprimate din fermele şi panele experimentate în anii precedenţi [7], comparînd solicitările critice calculate pentru cazul simplei rezemări, cu cele existente în barele respective în momentul pierderii capacităţii portante a grinzilor cu zăbrele. Cele două ferme încercate în 1966 s-au distrus, aşa cum s-a arătat la punctul II, prin pierderea stabilităţii tălpii superioare, neobservîndu-se nici un fenomen asemănător la zăbrele. La încărcarea la care s-a produs distrugerea celei de a doua ferme, a cărei capacitate portantă a fost mărită prin solidarizarea cu plăcuţe a tălpii superioare, în diagonala cea mai comprimată exista o solicitare de 5,4 tf, foarte apropiată de solicitarea critică de 5,55 tf. În schimb, în cazul experimentării panoului de acoperiş [7], la care pierderea capacităţii portante s-a produs prin atingerea limitei de curgere în talpa inferioară, în diagonala cea mai comprimată exista o solicitare de 9,6 tf,

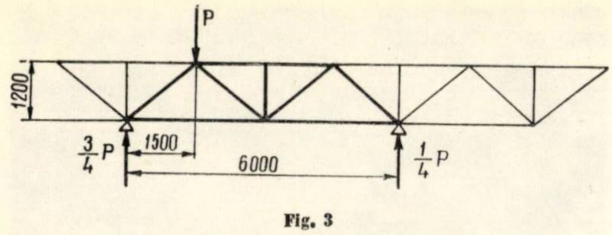


Fig. 3

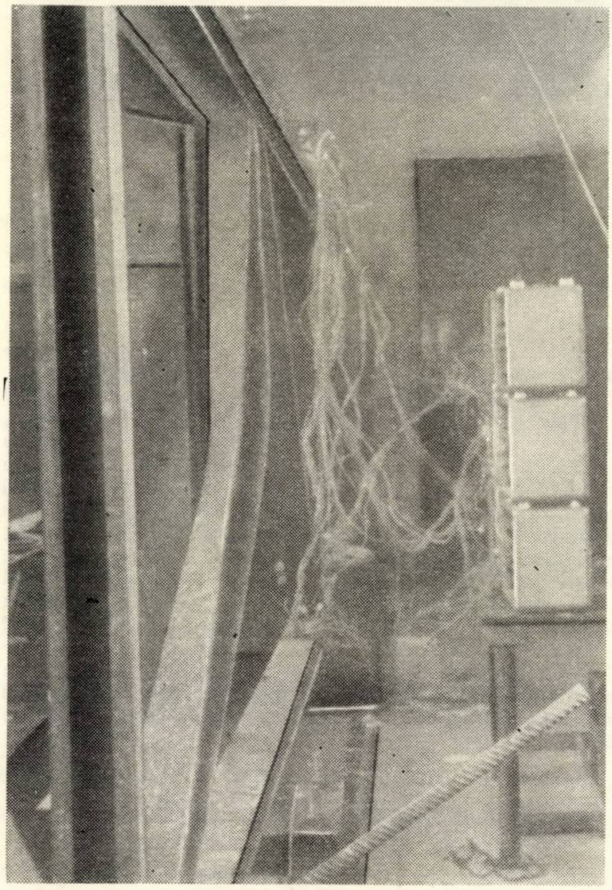
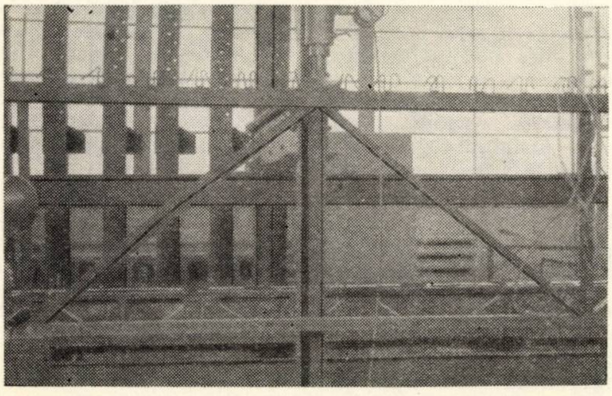


Fig. 4

Fig. 5



care depăşea solicitarea critică de 8,5 tf. Această constatare indică o încastrare parţială a zăbrelelor în nodurile fermei.

În vederea precizării valorilor multiplicatorilor de flambaj pentru zăbrele, una din panele marginale din panoul de acoperiş, care nu a fost încărcată în cursul experimentării decît prin greutatea proprie a învelitorii [7], a fost încercată conform schemei din figura 3. Distrugerea grinzii cu zăbrele s-a produs prin flambajul cu încovoiere-răsucire al diagonalei de reazem (fig. 4 şi 5), la o încărcare de 13 tf în nodul tălpii superioare. Diagonala, formată dintr-un profil ⊏ 80 × 50 × × 20 × 3 cu lungimea între nodurile geometrice de 1 921 mm, a flambat la o forţă axială de 15,6 tf. Caracteristicile mecanice ale profilului au fost determinate prin încercări la întindere pe fişii decupate din pereţii plani şi colţuri. În pereţii plan s-au obţinut următoarele valori : limita de proporţionalitate $\sigma_p = 2\,600$ kgf/cm², limita de curgere $\sigma_c = 2\,740$ kgf/cm² şi limita de rupere $\sigma_r = 3\,960$ kgf/cm²; iar pentru profilul întreg : $\sigma_p = 2\,600$ kgf/cm², $\sigma_c = 3\,170$ kgf/cm² şi $\sigma_r = 4\,170$ kgf/cm². Se constată o puternică ecruisare, deoarece profilul fiind mic şi avînd patru îndoiri, suprafaţa colţurilor este destul de mare în raport cu suprafaţa totală a secţiunii transversale.

Au fost calculate forţele critice pentru diferitele cazuri de rezemare, obţinîndu-se următoarele valori :

— pentru încovoiere şi strîmbare liberă ($\mu = \mu_0 = 1{,}0$) $N_{cr} = 8{,}5$ tf ;

— pentru încovoiere liberă şi strîmbare împiedicată ($\mu = 1{,}0$ şi $\mu_0 = 0{,}5$), $N_{cr} = 15{,}7$ tf ;

— pentru încovoiere şi strîmbare împiedicată ($\mu = \mu_0 = 0{,}5$)

$N_{cr} = 16{,}65$ tf .

Comparînd valorile calculate cu cea obţinută experimental şi analizînd şi aspectul barei flambate, se poate trage concluzia că flambajul prin încovoiere-răsucire s-a produs cu împiedicarea strîmbării, în urma rigidităţii barelor concurente în nodul respectiv : $\mu = 1{,}0$ şi $\mu_0 = 0{,}5$.

Se menţionează că în cadrul experimentării panei s-a constatat o încastrare şi pentru flambajul prin încovoiere în planul grinzii (pentru simpla rezemare, solicitarea critică la flambajul prin încovoiere în planul panei este de 11,8 tf).

IV. CONCLUZII

Pe baza unor studii teoretice şi experimentale se pot trage următoarele concluzii privitoare la calculul barelor comprimate din grinzile cu zăbrele alcătuite din profile cu pereţi subţiri :

1. Pentru calculul la flambaj în planul grinzii cu zăbrele se pot folosi prevederile din STAS 763—66 ,,Construcţii civile, industriale şi agricole. Prescripţii pentru proiectarea construcţiilor metalice''.

2. La calculul stabilităţii tălpii superioare la încovoiere-răsucire, panourile ei pot fi considerate simplu rezemate în noduri ($\mu = \mu_0 = 1{,}0$).

3. La calculul diagonalelor şi montanţilor comprimaţi, lungimile de flambaj la încovoiere se iau ca pentru simpla rezemare ($\mu = 1{,}0$), iar cele la răsucire ca pentru cazul încastrării ($\mu_0 = 0{,}5$).

Bibliografie

[1] Bleich Fr. : *Buckling stregth of metal structures*. New York, Mc Graw-Hill, 1952.
[2] Timoshenko S., Gere I. : *Teoria stabilităţii elastice*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1967.
[3] * * * : *DIN 4114. Berechnungsgrundlagen für Stabilitätsfälle im Stahlbau (Knickung, Kippung, Beulung)*. Blatt 2, Richtlinien.
[4] Csellar Ödön, Halasz Otto, Réti V. : *Vékonyfalu acélszerkezetek*. Müszaki Könyvkiado, Budapest 1965.
[5] Appeltauer I., Băluţ N., Cuteanu E., Gioncu V. : *Calculul aproximativ al tălpii superioare din profil omega la grinzi cu zăbrele din bare cu pereţi subţiri formate la rece*. Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 8, 1967.
[6] INCERC, filiala Timişoara : *Studiu privitor la parametrii de rezemare în cazul compresiunii centrice a profilelor cu pereţi subţiri formate la rece*. Referat octombrie, 1967.
[7] Mateescu D., Appeltauer I., Băluţ N., Gioncu V. : *Experimentarea unor ferme şi pane din grinzi cu zăbrele, alcătuite din profile cu pereţi subţiri formate la rece*. (Sub tipar la Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii

Date comparative privind rezultatele ce se obţin în proiectare pe baza a diferite prescripţii de calcul referitoare la săgeţile elementelor încovoiate de beton armat*

Ing. M. Weissenberg
INCERC

I. IMPORTANŢA LIMITĂRII DEFORMAŢIILOR. STADIUL ACTUAL

Prescripţiile mai vechi privind proiectarea elementelor de beton armat nu prevedeau în mod curent un calcul al deformaţiilor la elementele construcţiilor civile şi industriale, o limitare prin calcul a săgeţilor apărînd doar la construcţii relativ deosebite, cum ar fi suprastructurile de poduri.

Prevenirea unei comportări nesatisfăcătoare din punctul de vedere al deformaţiilor se făcea prin respectarea unor prevederi ,,constructive'' de alcătuire.

Într-o perioadă mai recentă însă, de circa 10—12 ani, necesitatea de a extinde calculul deformaţiilor la un număr mai mare de elemente a devenit evidentă.

Dintre factorii care au contribuit la aducerea în actualitate a problemei calculului deformaţiilor trebuie menţionaţi următorii :

— întrebuinţarea pe scară din ce în ce mai largă a unor materiale superioare, care au în mod obişnuit, în exploatare, eforturi unitare şi deci deformaţii specifice mari ;

— întrebuinţarea unor elemente mai suple, în special cu înălţime mai redusă ;

— utilizarea unor procedee tehnologice noi, cele mai multe presupunînd reducerea timpului pînă la decofrare ;

— utilizarea unor metode noi de calcul, bazate pe o mai bună cunoaştere a comportării materialelor, ceea ce are ca urmare proiectarea de elemente la care se admit eforturi unitare de lucru sporite ;

— întrebuinţarea, în destul de numeroase cazuri, de materiale noi, mai sensibile la deformaţii mari, pentru pardoseli, pereţi despărţitori, instalaţii, finisaje.

Ţinînd seamă de aceste realităţi, prescripţiile naţionale şi recomandările cu caracter internaţional apărute după 1960 cuprind referiri mai mult sau mai puţin detaliate, cu privire la problema limitării deformaţiilor [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

În comentariile la prescripţiile franceze ,,Règles BA 1960'' [9] se menţionează faptul că, printre inconvenientele apărute în ultimii ani la exploatarea construcţiilor de beton armat, ,,un mare număr au drept cauză deformaţiile excesive ale elementelor încovoiate''. Chiar dacă asemenea comportări nesatisfăcătoare în exploatare nu afectează capacitatea portantă, se ajunge adesea la degradări ale finisajelor, ale pardoselilor, tavanelor sau pereţilor despărţitori, ceea ce are ca urmare un aspect neplăcut şi necesită reparaţii, care pot deveni costisitoare.

Chiar şi în ţări în care s-au făcut modificări ale prescripţiilor au fost publicate completări în legătură cu estimarea şi limitarea săgeţilor. Astfel :

— în 1960 şi 1961 [11] au fost publicate completări la DIN 1045, în care se dau indicaţii cu privire la raporturile l/h pînă la care se permite să nu se facă un calcul al săgeţilor (raporturile limită variază în funcţie de deschiderea secţiunii), precum şi indicaţii în legătură cu luarea în considerare în calcul a efectului contracţiei şi curgerii lente, în cazul deschiderilor mari ;

— în 1965 apare o completare la prescripţiile engleze publicate în 1957 [10] ; se prevăd noi limitări ale cazurilor cînd se permite să nu se facă un calcul efectiv al săgeţilor.

Trebuie menţionat însă că, dacă propunerea de a se analiza comportarea elementelor de beton armat din punctul de vedere al deformaţiilor are un caracter relativ general, modul de rezolvare şi uneori chiar de abordare a problemei diferă de la prescripţie la prescripţie.

Aceste diferenţe, adesea importante, sînt legate şi de două surse obiective :

a) Împrăştierea însemnată a fenomenului în sine. Într-o notă la punctul 909 al prescripţiilor americane [8] se arată :

,,Deformaţiile construcţiilor de beton armat depind de proprietăţile elastice şi neelastice ale betonului şi oţelului, ca şi de contracţie şi curgerea lentă, care la rîndul lor sînt influenţate de temperatură şi umiditate, condiţii de păstrare, vîrsta betonului în momentul încărcării şi alţi factori. Orice metodă simplă pentru determinarea deformaţiilor este de aceea în mod necesar aproximativă''.

b) Valorile limită cu care se face compararea şi chiar criteriile după care se face stabilirea acestor valori limită sînt în prezent insuficient fundamentate, atît din punct de vedere ştiinţific, cît şi din punctul de vedere al eficienţei economice. Este probabil, de altfel, ca mărimea acestor săgeţi limită să fie influenţată de însăşi natura materialelor şi procedeelor tehnologice utilizate la realizarea finisajelor, a pardoselilor, a pereţilor despărţitori etc.

Pentru a pune în evidenţă unele aspecte comune şi unele deosebiri în abordarea calculului săgeţilor la elementele încovoiate de beton armat, INCERC a elaborat în 1967 un studiu privind compararea rezultatelor ce se obţin în proiectare pe baza a diferite prescripţii de calcul referitoare la săgeţile elementelor încovoiate de beton armat [17].

La elaborarea studiului au colaborat IPCT, Institutul de construcţii Bucureşti, Institutul politehnic Timişoara şi Institutul politehnic Cluj. IPCT a efectuat calcule comparative, pe baza prevederilor din diferite prescripţii, pentru două tipuri de fîşii cu goluri rotunde, în două variante de armare ; institutele de învăţămînt superior menţionate au transmis observaţii şi completări la redactarea preliminară a studiului, de care s-a ţinut seamă la elaborarea redactării finale.

Se menţionează că studiul este considerat ca o etapă preliminară pe calea îmbunătăţirii prescripţiilor de calcul : datele rezultate din compararea prevederilor incluse în diferite prescripţii urmează a fi confruntate, în perioada 1968—1969, cu date experimentale cunoscute din literatură sau eventual din noi încercări efectuate în această perioadă, pentru a asigura o fundamentare ştiinţifică a propunerilor de îmbunătăţire a prescripţiilor într-o etapă viitoare.

În cele ce urmează se prezintă datele de bază ale studiului elaborat în 1967 şi principalele sale concluzii.

II. PREZENTAREA SCHEMATICĂ A PREVEDERILOR DINTR-O SERIE DE PRESCRIPŢII NAŢIONALE ŞI RECOMANDĂRI CU CARACTER INTERNAŢIONAL ANALIZATE

Calculul săgeţilor se face în general pe baza relaţiei

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M}{K} \qquad (1)$$

unde K este rigiditatea elementului încovoiat considerat.

Pentru determinarea rigidităţii, relaţiile cele mai apropiate de comportarea reală a elementelor sînt cele care ţin seamă de lucrul elementelor în stadiul al doilea.

Asemenea relaţii sînt date în :

— Recomandările Comitetului European pentru Beton-CEB [5] ;

— Recomandările Comisiei Permanente pentru Construcţii CAER [6] ;

---

* După predarea articolului la redacţie a fost aprobat standardul de stat 8000—67 şi a fost elaborat proiectul de revizuire a STAS 1546—50. În ambele sînt utilizate, pentru calculul săgeţilor, principiile din normativul condiţionat P. 8—62, cu unele modificări,

— Normativul condiţionat P.8—62 [1] şi propunerile de revizuire a standardului de stat privind calculul elementelor de beton, beton armat şi beton precomprimat [4];

— Normele sovietice SNiP II.C—1.62 [7];

— Prescripţiile franceze Règles BA 1960 [9].

Datele privind indicaţiile de calcul ale prescripţiilor menţionate sînt prezentate în general în lucrarea [16].

Normele americane ACI 318-63 [8] prevăd de asemenea utilizarea unui ,,moment de inerţie corespunzător secţiunii fisurate'' (stadiul al II-lea), dacă $\mu R_a^n > 500$ psi* (ceea ce corespunde aproximativ condiţiei $p\ R_a^n > 3\,500$ kgf/cm², p fiind procentul de armare). Indicaţii mai clare privind evaluarea rigidităţii în acest caz un sînt cuprinse în norme, ele urmînd a fi incluse într-o lucrare ulterioară a Comitetului ACI 340.

O serie de alte prescripţii permit efectuarea calculului pe baza secţiunii brute de beton cu anumite corective sau anumite limitări. Dintre aceste prescripţii se menţionează:

— Standardul de stat 3599—52 [3] (care face referiri la standardul 1546—50);

— Normele americane ACI 318—63 [8] pentru cazul cînd $\mu R_a^n \leqslant 500$ psi (respectiv $p\ R_a^n \leqslant 3\,500$ kgf/cm²);

— Prescripţiile engleze CP 114 (1957) [10].

În sfîrşit, unele prescripţii dau indicaţii cu privire la cazurile cînd nu este necesară efectuarea calculului, fiind suficientă respectarea unor condiţii de alcătuire, exprimate de obicei în raporturi h/l minime, cu sau fără alte condiţii suplimentare. Astfel de indicaţii apar în:

— STAS 1546—50 [2];

— normele americane [8];

— comentariile la normele franceze [9];

— prescripţiile engleze [10];

— DIN 1045 [11];

— propunerea de revizuire a Normativului condiţionat P.8—62 [1].

III. COMPARAREA REZULTATELOR CE SE OBŢIN PRIN RELAŢIILE CARE ŢIN SEAMĂ DE COMPORTAREA ÎN STADIUL AL II-LEA

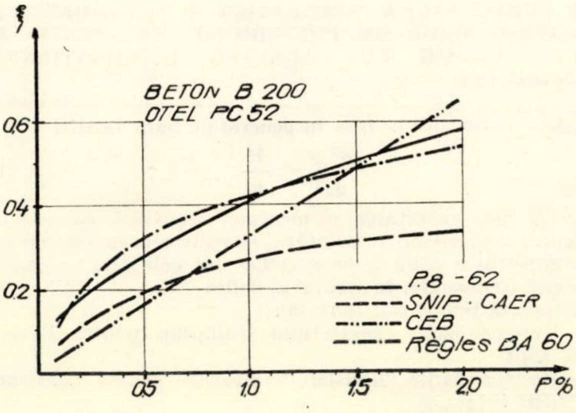
A. Acţiunea solicitărilor de scurtă durată

1. Poziţia axei neutre

Mărimea deformaţiilor calculate este sensibil influenţată de poziţia ce rezultă din calcul pentru axa neutră. Înălţimea relativă a zonei comprimate $\xi = \dfrac{x}{h_0}$ se calculează în diferite prescripţii pe baza unor ipoteze diferite şi rezultatele care se obţin sînt deosebite din punct de vedere cantitativ.

În figurile 1 şi 2 sînt reprezentate rezultatele unor calcule comparative pentru secţiuni dreptunghiulare simplu armate (s-au analizat cazurile: B 200 şi oţel PC 52; B 150 şi oţel OL 38).

Fig. 1



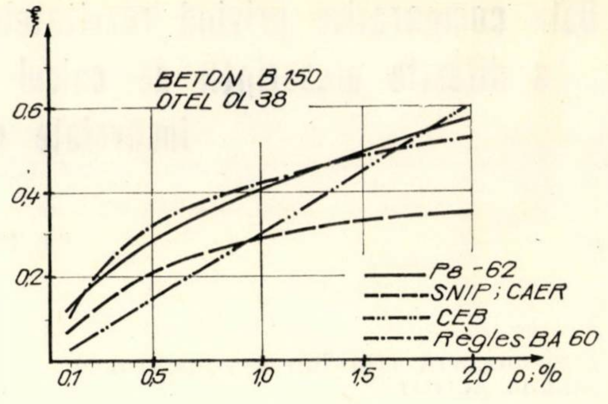


Fig. 2

Valorile după CEB par a indica o rezolvare prea aproximativă (nici o altă normă nu admite o relaţie liniară între ξ şi coeficientul de armare μ în stadiul al II-lea).

Valorile rezultate după normativul condiţionat P.8—62 şi normele franceze sînt destul de apropiate între ele; valorile calculate conform SNiP şi recomandările CAER sînt sensibil mai mici.

Se mai menţionează faptul că valorile lui ξ sînt puţin influenţate de mărcile de beton şi de armătură în cazurile curente.

Pentru secţiunea dreptunghiulară simplu armată, valorile determinate conform normativului condiţionat P.8—62 corespund foarte bine cu o relaţie de tipul

$$\xi = \alpha \sqrt{p}, \tag{2}$$

unde α este un coeficient numeric.

În tabela 1 sînt date valorile lui α rezultate din calcul pentru unele cazuri analizate; valorile variază în jurul lui 0,4.

Tabela 1

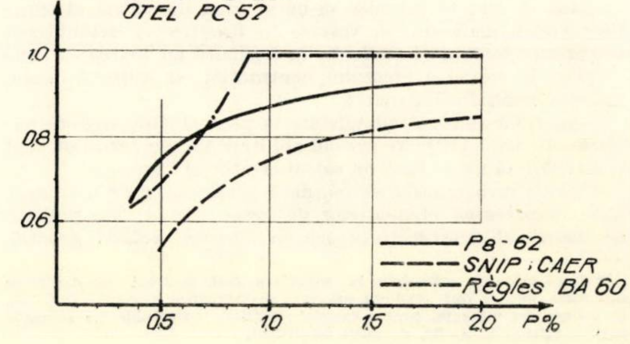
Valori $\alpha = \dfrac{\xi}{\sqrt{p}}$

Mărcile betonului şi armăturii	p în %			
	0,1	0,5	1,0	2,0
B 150 ; OL 38	0,414	0,396	0,404	0,406
B 200 ; PC 52	0,410	0,406	0,407	0,402
B 250 ; PC 60	0,388	0,402	0,405	0,403

2. Aportul betonului întins dintre fisuri

O reducere a alungirilor din zona întinsă faţă de deformaţiile oţelului liber apare explicit în calcul numai în normativul condiţionat P.8—62, normele sovietice şi recomandările CAER, precum şi în prescripţiile franceze.

Fig. 3



---

* Funt pe ţol pătrat.

Folosind relaţiile din aceste norme şi considerînd

$$h_0 = \frac{h}{1,1}$$

$\bar{n} = 1,25$ (coeficient mediu de supraîncărcare), rezultă, pentru secţiunea dreptunghiulară simplu armată, solicitată de încărcări de scurtă durată, valorile din figurile 3 şi 4. Valorile conform normelor sovietice şi recomandărilor CAER sînt mai mici decît cele ce rezultă conform normativului condiţionat P.8—62; rezultatele calculului după normele franceze ajung repede (la procente de armare $\leqslant 1\%$) la $\psi = 1$.

3. Săgeţi calculate

Pentru a putea compara mărimile săgeţilor calculate după diferite prescripţii, s-au determinat mărimile comparabile:

$$F = \frac{f E_a b h_0^3}{100\, S M\, l^2}, \qquad (3)$$

în care:

f este săgeata calculată;

S — coeficient în funcţie de schema de încărcare şi modul de rezemare.

Rezultatele calculelor pentru secţiuni dreptunghiulare simplu armate solicitate de încărcări de scurtă durată sînt prezentate în figurile 5 şi 6.

Din compararea curbelor $F(p)$ rezultă:

— Săgeţile calculate conform normelor sovietice şi recomandărilor CAER sînt mai mici decît cele calculate conform normativului condiţionat P.8—62; pentru procente de ordinul a 0,5 pînă la 1,5% săgeţile sînt mai mici cu 15—20%, iar pentru procente peste 1,5% diferenţele pot ajunge pînă la 25%. Alura curbelor este foarte asemănătoare.

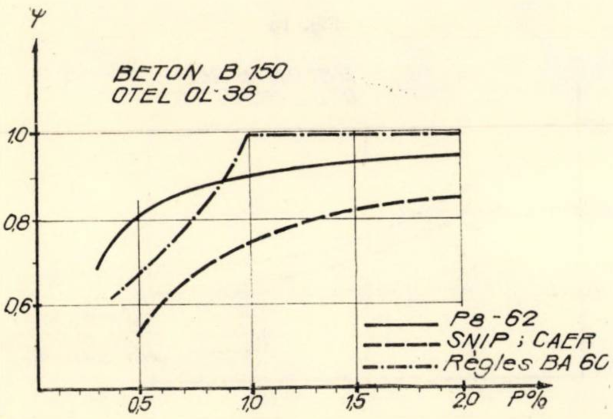
— Săgeţile calculate conform recomandărilor CEB şi prescripţiilor franceze sînt mai apropiate de cele calculate conform normativului condiţionat P.8—62, deşi alura curbelor este întrucîtva deosebită. În zona procentelor relativ mari, valorile calculate conform recomandărilor CEB devin mai mari decît cele ce rezultă din toate celelalte prescripţii, dar este de reţinut că ramura ascendentă a curbei din această zonă corespunde unor condiţii în care metoda „aproximativă" nu este recomandată.

$$\left(\mu \frac{R_a^n}{R_i^n} > 0,25\right)$$

— Valorile calculate pentru cele două variante analizate (B 200 cu PC 52 şi B 150 cu OL 38) sînt în general apropiate între ele, indiferent de metoda de calcul. Alte combinaţii de mărci (de exemplu B 200 cu OL 38) pot duce la unele diferenţe ceva mai sensibile, dar concluziile privind comparaţia între metode rămîn întru totul valabile.

Deşi o comparaţie sistematică între rezultatele calculelor şi date experimentale urmează a fi efectuată abia într-o etapă ulterioară, se poate menţiona, pe baza unor studii anterioare [14, 20, 21], că rezultatele calculului conform normativului condiţionat P.8—62 sînt în general acoperitoare, dacă se face referire la valori medii şi la rezultatele obţinute la prima încărcare. Dacă însă se face comparaţie cu valorile maxime, care pot apărea curent după un număr de cîteva cicluri de încărcare-descărcare, atunci săgeţile experimentale sînt comparabile cu cele calculate conform normativului condiţionat P.8—62.

Fig. 4



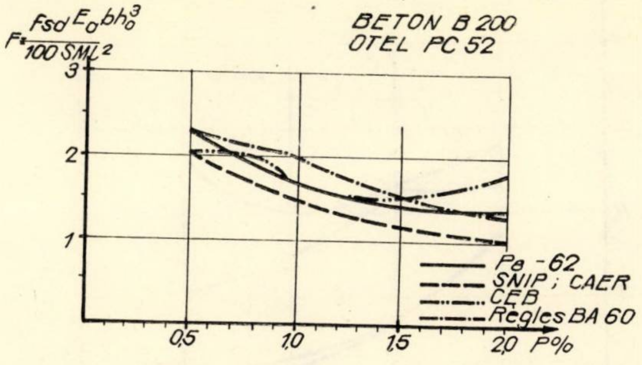


Fig. 5

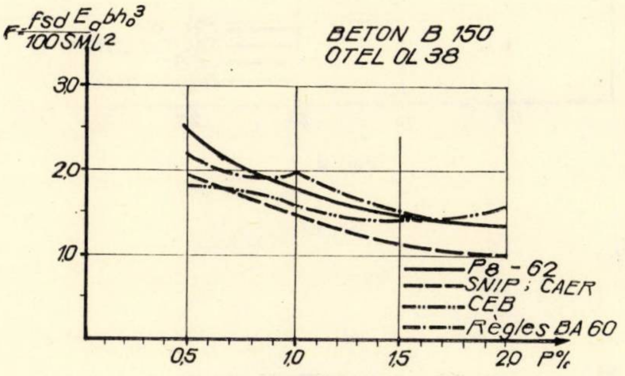
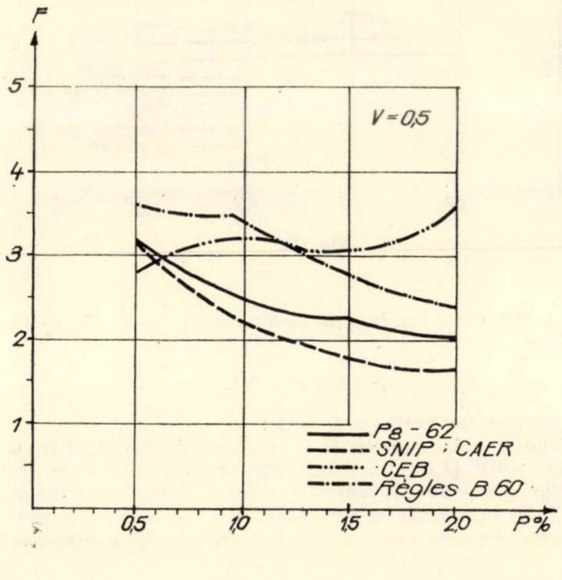


Fig. 6

B. Acţiunea solicitărilor de lungă durată

În figurile 7 şi 8 sînt reprezentate valori relative F calculate pentru secţiuni dreptunghiulare simplu armate conform diferitelor prescripţii analizate. S-au efectuat calcule numai

Fig. 7



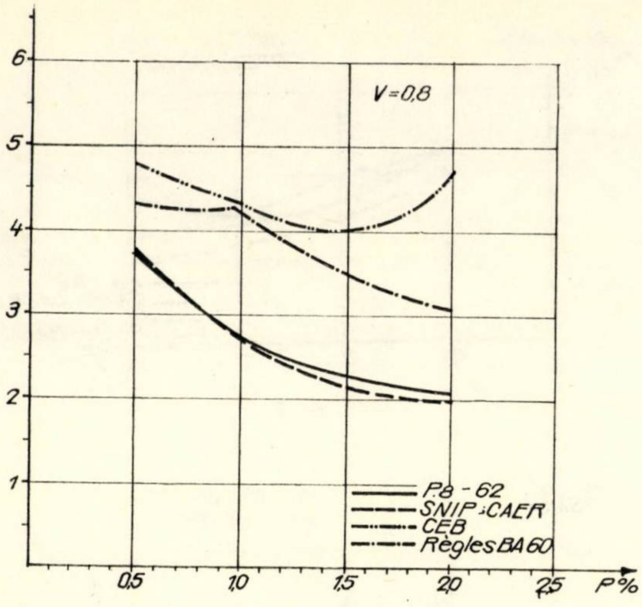


Fig. 8

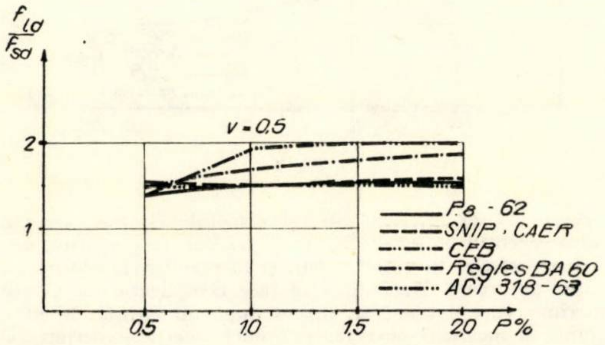


Fig. 9

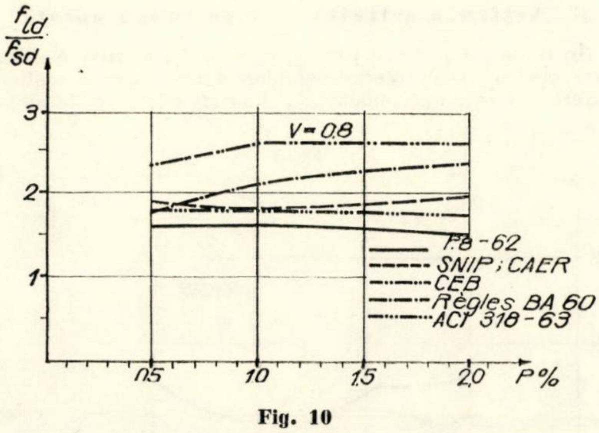


Fig. 10

pentru B 200 și PC 52, lucrînd însă cu două valori ale coeficientului v;

$$v = 0{,}5 \text{ și } v = 0{,}8.$$

Din compararea curbelor rezultă:

— Valorile calculate conform recomandărilor CAER și normelor SNiP II.C—1.62 sînt comparabile cu cele ce rezultă din aplicarea prevederilor normativului condiționat P.8—62, cu indicațiile suplimentare din proiectele de prescripții elaborate în 1965—1967; pentru $v = 0{,}5$ și procente de armare de 1—2%, valorile calculate conform SNiP și CAER rămîn totuși mai mici cu pînă la 10—20%.

Pentru $v = 0{,}8$ valorile devin aproximativ egale.

— Valorile calculate conform prescripțiilor franceze și recomandărilor CEB sînt în general mai mari: cele calculate conform normelor franceze, din cauza sporului mare care apare la deformația specifică a betonului comprimat, iar cele calculate conform recomandărilor CEB, din cauza factorului de multiplicare 3 (în vechile prescripții sovietice NiTU 123—55 [13], factorul era 2 pentru secțiunea dreptunghiulară, iar în ACI 318—63, factorul este tot 2).

În figurile 9 și 10 este reprezentată variația raportului dintre săgeata de lungă durată (pentru $v = 0{,}5$ și $v = 0{,}8$) și săgeata de scurtă durată (elemente de secțiune dreptunghiulară simplu armate; B 200, PC 52).

IV. REZULTATELE CE SE OBȚIN PRIN CALCULE PE BAZA SECȚIUNII BRUTE DE BETON

În figurile 11 și 12 sînt arătate rezultatele ce se obțin pe baza prevederilor din standardul de stat 3599—52 și normele americane ACI 318—63 (acestea din urmă numai pînă la $pR_a^n = 3\,500$ kgf/cm²), comparativ cu rezultatele obținute conform normativului condiționat P.8—62 și normelor sovietice.

Compararea s-a făcut cu săgeți calculate pentru încărcări de scurtă durată (în ACI 318—63 se specifică explicit faptul că indicațiile sînt date pentru solicitări de scurtă durată).

Valorile calculate pe baza secțiunii brute de beton sînt mai mici decît cele calculate ținînd seamă de comportarea din stadiul al II-lea. Valorile devin oarecum comparabile, pentru prevederile din STAS 3599—52, abia la procente de armare de 1,5—2% (pentru marca B 150, valorile devin chiar mai mari decît cele calculate conform SNiP II. C—1.62).

V. VERIFICĂRI SIMPLIFICATE

Așa cum s-a arătat, indicațiile simplificate cuprinse în diferite prescripții, comentarii sau instrucțiuni se exprimă prin raporturi h/l minime, cu sau fără alte prescripții suplimentare.

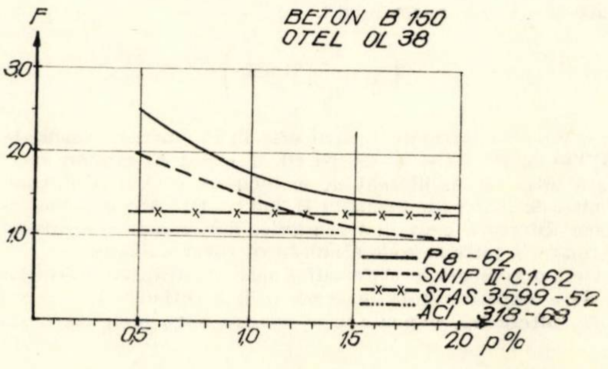
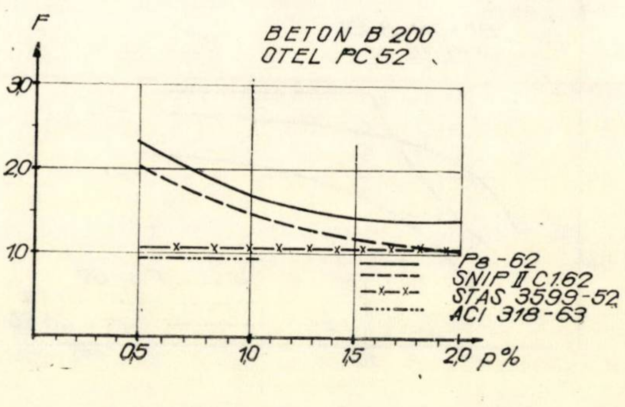


Fig. 11

Fig. 12



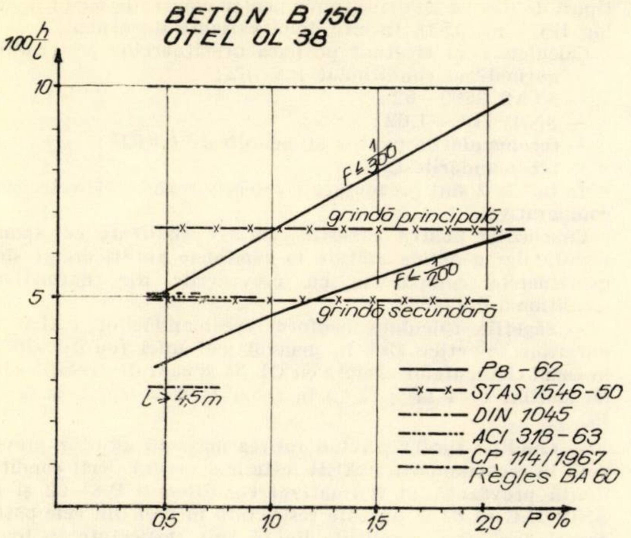


Fig. 13

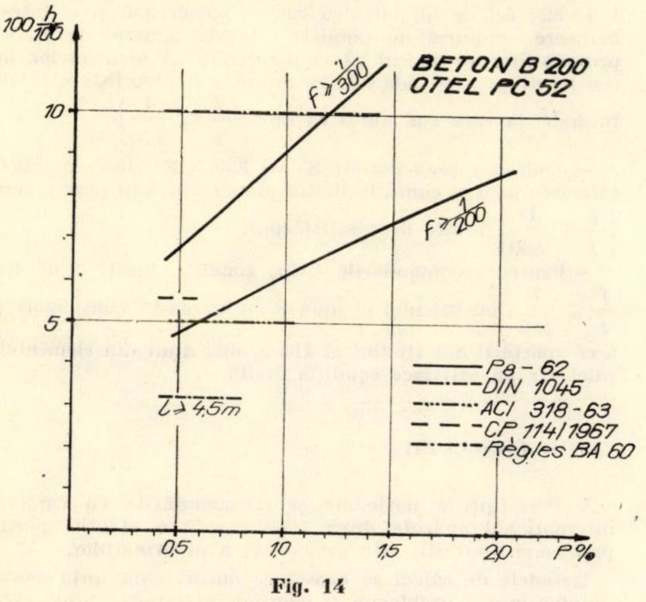


Fig. 14

În figurile 13 şi 14 au fost reprezentate valorile limită care rezultă după diferite prescripţii.

S-au considerat elemente simplu rezemate în toate prescripţiile unde se fac menţiuni speciale cu privire la rezemare. Condiţiile cele mai puţin severe sînt cele cuprinse în DIN 1045 (completările din 1960 şi 1961 [11]), ele putînd fi însă aplicate numai pînă la procente mici de armare (de ordinul a maximum 0,7%) din cauza limitărilor care rezultă din rezistenţele admisibile ce se utilizează.

Foarte severe sînt condiţiile pînă la care se admite să nu se facă calculul în prescripţiile franceze :

$$\frac{h}{l} \geqslant \frac{1}{10} \cdot \frac{M}{M_{sr}} \qquad (4)$$

unde M_{sr} este momentul grinzii socotită simplu rezemată.

VI. SECŢIUNI T CU TALPA ÎN ZONA COMPRIMATĂ

a) Orientativ, s-au analizat rezultatele ce se obţin pentru o secţiune T cu talpă relativ puternică în zona comprimată :

$$\overline{A} = \frac{b_p - b}{b} \cdot \frac{h_p}{h_0} = 1 ; \ \overline{h}_p = \frac{h_p}{h_0} = 0,1.$$

Analiza s-a făcut pentru săgeţile calculate conform :

— normativului condiţionat P.8—62 ;

— recomandările CAER, respectiv normelor sovietice ;

— recomandărilor CEB ;

— prescripţiilor franceze Règles BA 60.

S-a lucrat cu B 200 şi cu PC 52, efectuîndu-se calculele, atît pentru încărcări de scurtă durată, cît şi pentru încărcări de lungă durată, $v = 0,5$.

Valorile calculate pe baza diferitelor prescripţii sînt reprezentate în figurile 15 şi 16.

Comparativ, pentru acţiunea încărcărilor de scurtă durată, la elemente cu procente de armare 1—2%, valorile săgeţilor calculate după diferite prescripţii nu diferă prea mult, cu excepţia celor determinate conform recomandărilor CEB, care sînt sensibil mai mari. La procente de armare sub 1% scad relativ, atît valorile calculate după CEB, cît şi cele calculate conform CAER şi SNiP.

Pentru încărcările de lungă durată, situaţia este calitativ asemănătoare, cu menţiunea că pentru procente de ordinul a 1—2% decalajul dintre rezultatele conform recomandărilor CEB şi conform celorlalte prescripţii este mai mare.

În figura 17 este reprezentat raportul $\frac{f_{ld}}{f_{sd}}$ pentru cazurile analizate.

b) Institutul politehnic Timişoara, în calitate de colaborator, a elaborat o serie de date comparative privind calculul săgeţilor la o grindă de secţiune T cu caracteristici ale secţiunii asemănătoare celor ale unor grinzi de rulare :

$$\frac{b_p}{b} = 2,4 ; \ \frac{h_p}{h} = 0,222 ; \ \frac{h_p}{h_0} \simeq 0,24 ; \ B\ 200 ; \ OL\ 38 ; \ v = 0,2.$$

Rezultatele sînt reprezentate în figura 18.

Ele reflectă o situaţie asemănătoare cu cele arătate anterior :

— La procente mici de armare, săgeţile calculate conform normativului condiţionat P.8—62 sînt relativ comparabile cu cele calculate conform SNiP II.C—1.62. Valorile calculate conform normelor franceze sînt puţin mai mari, iar cele determinate conform recomandărilor CEB sînt sensibil mai mari.

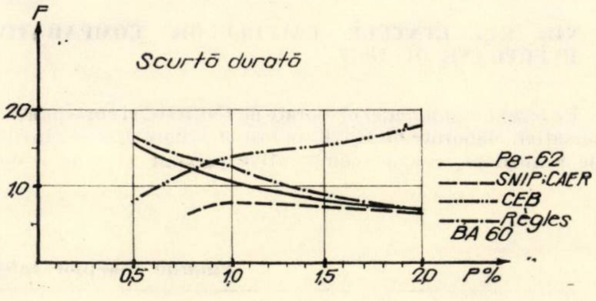
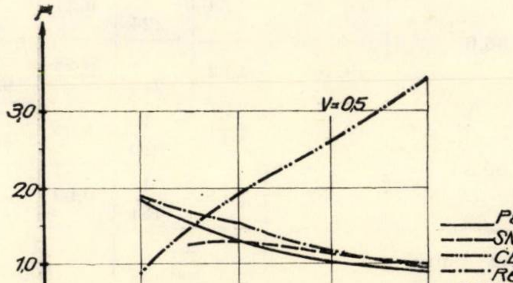


Fig. 15

Fig. 16



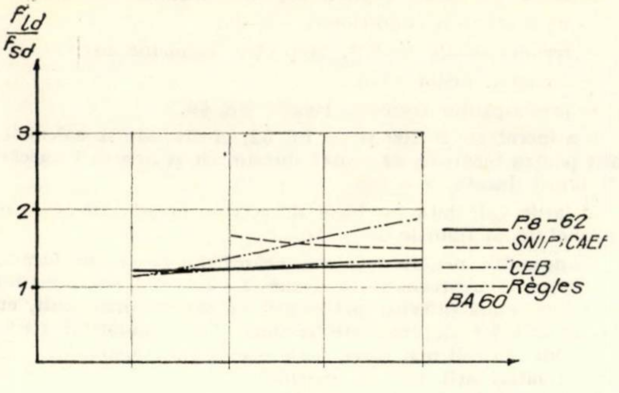


Fig. 17

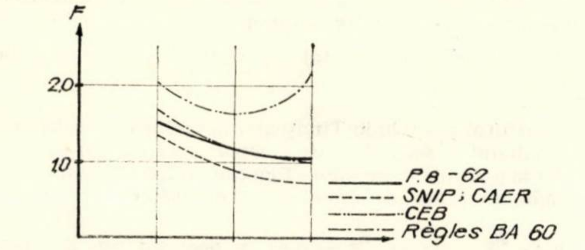


Fig. 18

— La procente mai mari de armare, valorile calculate conform normativului condiționat P.8—62 sînt comparabile cu cele corespunzătoare normelor franceze, fiind ceva mai mari decît cele ce rezultă din aplicarea prevederilor din SNiP II.C—1.62. Valorile calculate pe baza recomandărilor CEB sînt mult mai mari, dar, așa cum s-a arătat, ramura ascendentă a curbei din această zonă corespunde unor condiții în care metoda „aproximativă" nu este recomandată.

VII. REZULTATELE CALCULELOR COMPARATIVE EFECTUATE DE IPCT

Pe baza metodologiei elaborate de INCERC și corespunzător tematicii elaborate de IPCT, au fost efectuate de acest institut de proiectare, calcule comparative privind săgețile a două tipuri de fîșii cu goluri rotunde pentru clădiri de locuit (catalog IPCT nr. 753), în cîte două variante de armare.

Calculele s-au efectuat pe baza următoarelor prescripții :

— normativul condiționat P.8—62 ;

— STAS 3599—52 ;

— SNiP II.C—1.62 ;

— recomandările pentru standardizare CAER ;

— recomandările CEB.

În tabela 2 sînt prezentate rezumativ rezultatele calculelor comparative.

Concluziile pentru cazurile concrete analizate corespund rezultatelor generale arătate în capitolele anterioare și sînt următoarele, comparativ cu prevederile din normativul condiționat P.8—62 :

— Săgețile calculate conform recomandărilor CAER și normelor sovietice sînt în general mai mici (cu 16—20%) în cazul elementelor armate cu OL 38 și cam de același ordin de mărime (—4 la +12%) în cazul elementelor armate cu PC 52.

— Condiția limită privind rotirea maximă admisă prevăzută în recomandările CAER este mai severă decît condiția limită prevăzută în normativul condiționat P.8—62 și în SNiP II.C—1.62 și nu este respectată în trei din cele patru cazuri analizate (condițiile limită sînt respectate la toate elementele în calculele efectuate conform SNiP II.C—1.62, respectiv în trei cazuri pentru calculele efectuate conform P.8—62; cel de al patrulea caz se încadrează și el într-o derogare — admisă de Comisia centrală pentru elaborarea prescripțiilor de calcul al construcțiilor și elementelor de construcții prin metoda stărilor limită — pentru fîșii cu goluri rotunde, la care s-a admis ca limită $\left(\frac{f}{l} \leqslant \frac{1}{170}\right)$.

— Aplicarea prevederilor STAS 3599—52 duce la săgeți calculate mici și condiția limită prevăzută, deși pare severă $\left(\frac{f}{l} \leqslant \frac{1}{500}\right)$, este ușor satisfăcută.

— Pentru recomandările CEB, condiția limită fiind tot $\frac{f}{l} \leqslant \frac{1}{500}$, iar calculul făcîndu-se cu luarea în considerare și a comportării din stadiul al II-lea, nici unul din elementele calculate nu satisface condiția limită.

VIII. CONCLUZII

1. Prescripțiile naționale și recomandările cu caracter internațional apărute după 1960 acordă o atenție sporită problemei limitării, prin proiectare, a deformațiilor.

Metodele de calcul se deosebesc uneori chiar prin modul de abordare a problemei și cuprind însemnate aproximări ;

Tabela 2

Valorile săgeților calculate după diferite prescripții

Fișia	Armare	Denumirea prescripției												
		P.8—62		STAS 3599—52		Recomandări CAER			SNiP II.C—1.62		Recomandări CEB			
		f cm	f/l_c	f cm	f/l_c	f cm	f/l_c	$\varphi^0/_{00}$	f cm	f/l_c	f_0 cm	f_0/l_c	f_{01} cm	f_{01}/l_c
F.36.6	OL 38	1,54	$\frac{1}{224}$	0,37	$\frac{1}{932}$	1,30	$\frac{1}{266}$	14,1	1,23	$\frac{1}{280}$	0,57	$\frac{1}{600}$	1,07	$\frac{1}{323}$
	PC 52	1,62	$\frac{1}{213}$	0,37	$\frac{1}{932}$	1,69	$\frac{1}{205}$	18,3	1,68	$\frac{1}{205}$	0,75	$\frac{1}{460}$	1,26	$\frac{1}{273}$
F.50.6	OL 38	2,31	$\frac{1}{210}$	0,69	$\frac{1}{704}$	1,91	$\frac{1}{254}$	15,6	1,87	$\frac{1}{260}$	1,26	$\frac{1}{386}$	2,85	$\frac{1}{170}$
	PC 52	2,68	$\frac{1}{181}$	0,69	$\frac{1}{704}$	1,31	$\frac{1}{210}$	19,3	2,22	$\frac{1}{218}$	1,79	$\frac{1}{272}$	4,00	$\frac{1}{121}$
Valoarea limită		$\frac{1}{200}$		$\frac{1}{500}$		$15^0/_{00}$			$\frac{1}{200}$		$\frac{1}{500}$			

f, f_{01} — valorile maxime ale săgeților (scurtă + lungă durată);
f_0 — valoarea inițială a săgeții;
l_c — deschiderea de calcul;
φ — rotirea maximă pe reazem.

rezultatele obţinute prin calcule sînt adesea mult deosebite între ele.

Există de altfel şi unele reţineri în prescrierea metodelor de către elaboratorii prescripţiilor.

Recomandările CEB dau indicaţii numai în comentarii şi menţionează că metoda este aproximativă şi cu aplicare relativ limitată. Normele americane dau tot numai indicaţii generale şi subliniază gradul de aproximare pe care trebuie să-l includă orice rezolvare practică.

2. Săgeţile calculate conform normelor sovietice SNiP II.C—1.62 şi recomandărilor CAER dau, în general, valori ceva mai mici decît cele calculate conform normativului condiţionat P.8—62. Diferenţierea este legată în principal de faptul că la elaborarea normativului condiţionat s-a considerat că valoarea calculată a rigidităţii trebuie să corespundă unei valori experimentale mai reduse, corespunzătoare unei execuţii mediocre şi unei acţiuni repetate de un număr limitat de ori a ciclului de încărcare-descărcare.

Influenţa încărcărilor de lungă durată reprezintă însă o creştere a deformaţiilor mai puţin importantă în calculul efectuat conform normativului condiţionat P.8—62 decît în calculul pe baza prevederilor altor prescripţii, astfel încît săgeţile calculate totale, pentru acţiunea concomitentă a unor încărcări de scurtă durată şi de lungă durată de oarecare importanţă ($v \geqslant 0{,}5$) capătă valori comparabile în cazul calculului conform prevederilor din P.8—62, SNiP II.C—1.62 şi recomandările CAER. Valorile calculate conform normelor franceze sînt relativ mai mari la secţiuni dreptunghiulare, iar cele calculate conform recomandărilor CEB sînt în general mai mari, cu excepţia elementelor cu procente mici de armare, la care se obţin valori comparabile cu celelalte metode, iar uneori chiar valori mai mici.

3. Valorile calculate conform STAS 3599—52, prescripţie foarte veche şi bazată în acest domeniu pe ipoteze de calcul foarte aproximative, se depărtează în general sensibil de valorile calculate pe baza altor prescripţii, ducînd la soluţii neacoperitoare.

4. Valorile limită admise diferă mult între prescripţii şi se pare că problema este încă foarte puţin studiată.

Dacă elemente de tip curent în proiectarea din ţara noastră prezintă unele dificultăţi la satisfacerea condiţiilor limită prevăzute în normativul condiţionat P.8—62, recomandările CAER şi normele sovietice, se poate spune că foarte adesea condiţiile limită din recomandările CEB şi din normele franceze nu pot fi satisfăcute, în timp ce condiţiile din STAS 3599—52 sînt uşor de satisfăcut din cauza modului necorespunzător de calcul al mărimii săgeţii.

5. Metodele de calcul care ţin seamă de comportarea reală a elementelor, inclusiv comportarea în stadiul al II-lea, sînt relativ complicate pentru proiectarea curentă. Unele metode simplificate introduc aproximaţii mult prea însemnate sau nu acoperă decît un domeniu foarte limitat al cazurilor curente.

Propunerile din proiectul de revizuire a normativului condiţionat P.8—62 şi dezvoltările ulterioare [16] acoperă un domeniu mai larg, cu un grad de aproximare acceptabil.

Prevederile privitoare la calculul săgeţilor incluse în normativul condiţionat P.8—62 şi în proiectele de revizuire a prescripţiilor elaborate în 1965—1967 pot fi considerate ca fiind mult mai apropiate de comportarea reală decît cele cuprinse în standardele de stat 3599—52 şi 1546—50.

Pentru a pregăti date necesare unei viitoare îmbunătăţiri a prescripţiilor trebuie întreprinse studii în special în următoarele direcţii :

— extinderea comparării de date experimentale cu rezultatele calculului ;

— analizarea criteriilor de limitare a săgeţilor.

Bibliografie

[1] * * * *Normativ condiţionat pentru calculul construcţiilor la stări limită* vol. I, Bucureşti, Ed. tehnică 1963, partea III, P.8—62 (inclusiv propunerea de revizuire întocmită în 1965 de Comisia centrală pentru elaborarea prescripţiilor de calcul prin metoda stărilor limită).

[2] * * * *Construcţii civile şi industriale. Calculul elementelor de beton armat. Prescripţii*; STAS 1546—50.

[3] * * *Construcţii civile şi industriale. Planşee de beton armat monolite. Plăci, grinzi. Prescripţii de calcul şi alcătuire*; STAS 3599—52.

[4] * * * *Calculul elementelor de beton, beton armat şi beton precomprimat; proiect de revizuire a standardului de stat 1546—50, redactarea II*, INCERC 1966; *redactarea III*, ICB, 1967.

[5] * * * *Recomandări practice unificate pentru calculul şi execuţia lucrărilor de beton armat*, CEB, Paris, 1964.

[6] * * * *Norme de proiectare a elementelor de construcţii din beton şi beton armat* (recomandări pentru standardizare ale Comisiei permanente pentru construcţii CAER), 1963.

[7] * * * *Elemente de construcţii din beton şi beton armat. Norme de proiectare*; SNiP II.C—1.62; Moscova, 1962.

[8] * * * *ACI Standard building code requirements for reinforced concrete* (ACI 318—63), 1963.

[9] * * * *Règles pour le calcul et l'éxécution des constructions en béton armé*; Règles BA 1960, Document technique unifié, ed. II; Paris, 1961.

[10] * * * *The structural use of reinforced concrete in buildings*; British Standard Code of Practice CP 114 (1957) ; inclusiv Amendament nr. 1, februarie 1965

[11] * * * *DIN 1045*, ed. 1959, cu completările din 1960 şi 1961 ; în Betonkalender, 1965.

[12] * * * Instrucţiuni pentru proiectarea elementelor de beton armat (pentru proiectarea experimentală); Moscova, 1964.

[13] * * * Norme şi condiţii tehnice pentru proiectarea elementelor de construcţii din beton şi beton armat, NiTU 123—53; Bucureşti, Ed. tehnică, 1957.

[14] Nicolau V. : *Betonul armat*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1962.

[15] Nicolau V., Weissenberg M., Ionescu P. : *Calculul deschiderii fisurilor şi al săgeţilor în proiectul de normativ pentru calculul elementelor de beton armat prin metoda stărilor limită*; Buletinul Institutului de construcţii Bucureşti, nr.8, 1968.

[16] Nicolau V., Weissenberg M. : *Simplificări privind aplicarea practică a calculelor deschiderii fisurilor şi a calculului săgeţilor la elemente de beton armat;* comunicare la cea de a XII-a sesiune ştiinţifică a cadrelor didactice din Institutul de construcţii Bucureşti, decembrie 1966; publicată în Buletinul ştiinţific al T.C.B. nr. 18, 1967 şi în Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii nr. 3, 1967.

[17] Weissenberg M. : *Studiu privind compararea rezultatelor ce se obţin în proiectare pe baza a diferite prescripţii de calcul referitoare la săgeţile elementelor de beton armat*; INCERC, noiembrie 1967.

[18] Vasiliev B. E., Bogatkin I. L., Zalesov A. S., Paşin L.L. : *Calculul elementelor de construcţii din beton armat*; Moscova, 1965.

[19] Nicula I., Damian C., Enescu St., Weissenberg M., Löbel L., Tannenbaum M. : *Îndrumător pentru calculul elementelor de beton, beton armat şi beton precomprimat prin metoda stărilor limită*, Bucureşti, Ed. tehnică, 1963.

[20] Nicolau V., Dumitrescu D., Löbel L., Tannenbaum M., Weissenberg M. : *Unele rezultate ale studiilor privind calculul elementelor de construcţii din beton, beton armat şi beton precomprimat efectuate în perioada aplicării condiţionate a normativului de calcul P.8—62*; Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii, nr. 3, 1967.

[21] Weissenberg M., Tătaru G. : *Compararea de rezultate experimentale obţinute în studii ale secţiei Prefabricate cu datele calculului conform normativului condiţionat P.8—62*; INCERC, 1963.

Aspecte privind corelaţia între rezistenţa la întindere a betonului determinată pe prisme şi pe cilindri

Ing. R. Marinov

I. CONSIDERAŢII GENERALE

Determinarea rezistenţei la întindere a betonului R_t este o problemă dificilă, dar foarte importantă în ceea ce priveşte stabilirea caracteristicilor mecanice ale betonului.

În prezent, rezistenţa la întindere R_t se determină, fie prin încovoierea unor prisme standardizate, fie prin despicarea unor cilindri standardizaţi. Deşi cea mai frecventă, metoda încercării prin încovoiere a prismelor are o serie de dezavantaje, care o fac în prezent discutabilă. Astfel, valorile R_{ti} obţinute pe prismele de 10 × 10 × 30 cm sînt mai mari decît valoarea reală R_t de 1,50 — 2,00 ori. Acest raport, care depinde de mai mulţi parametri (calitatea betonului, dimensiunile prismei, schema de încărcare etc.) provoacă o dispersie mare şi deci o siguranţă scăzută.

Faţă de această metodă, determinarea lui R_t prin despicarea cilindrilor, metodă propusă de Cameiro şi Akazava, este mai indicată, rezistenţa R_{tc} stabilită conform formulei (1) este mai puţin influenţată de parametrii amintiţi, rezultatele experimentărilor fiind mai omogene.

$$R_{tc} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L} \tag{1}$$

unde:

P sînt forţe de despicare;
d — diametrul probei cilindrice;
L — lungimea probei cilindrice.

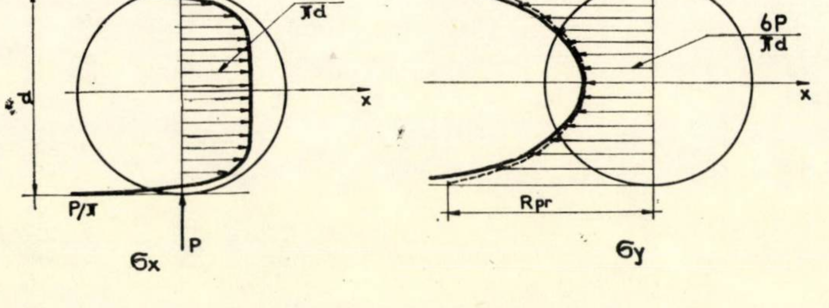
Din observaţiile multor cercetători [1], [3], [4], [5], valorile R_{tc} stabilite conform formulei (1) sînt inferioare valorilor reale R_t.

În lucrarea de faţă se caută a se stabili o corelaţie între valorile experimentale ale lui R_{tc} şi R_t, cu scopul utilizării corecte şi în siguranţa prescrisă a metodei braziliene în determinarea lui R_t.

II. ASPECTUL TEORETIC AL PROBLEMEI RUPERII UNUI CILINDRU DE BETON SOLICITAT LA DESPICARE

Modul de rupere a cilindrilor supuşi la solicitarea de despicare este condiţionat de starea de tensiune dezvoltată într-un disc circular solicitat conform figurii 1.

Fig. 1 — Diagramele eforturilor σ_x şi σ_y pe diametrul vertical al cilindrului



Admiţînd pentru început comportarea perfect elastică starea de tensiune într-un asemenea disc este definită de expresiile lui σ_x şi σ_y.

$$\sigma_x = \frac{2P}{\pi d}; \quad \sigma_y = \frac{2P}{\pi d} - \frac{2Pd}{\pi} \cdot \frac{4}{d^2 - 4y^2} \tag{2 a, b}$$

Din formulele (2) se vede că starea de tensiune a discului este neomogenă. Secţiunea verticală care cuprinde planul forţelor P este cea mai solicitată. După cum se vede, efortul $\sigma_y \rightarrow \infty$ pentru $y \rightarrow d/2$. În corpurile reale σ_y tinde spre o valoare finită pe care o vom considera aproximativ R_{pr}. De aceea, vom considera pentru variaţia lui σ_y o parabolă de gradul 4 care să se apropie cît mai mult de expresia (2 b).

$$\sigma_y = A + B \cdot \left[1 + \left(\frac{2y}{d}\right)^2 + \left(\frac{2y}{d}\right)^4\right] \tag{3}$$

Punînd condiţiile (4), se obţin valorile lui A şi B

$$y = d/2; \quad \sigma_y = R_{pr}; \quad y = 0; \quad \sigma_y = \frac{6P}{d\pi} \tag{4}$$

de unde:

$$A = \frac{9P}{d} - \frac{R_{pr}}{2} \quad ; \quad B = \frac{R_{pr}}{2} - \frac{3P}{\pi d} \tag{5}$$

şi

$$\sigma_y = \frac{9P}{\pi d} - \frac{R_{pr}}{2} + \left[\frac{R_{pr}}{2} - \frac{3P}{\pi d}\right] \cdot \left[1 + \left(\frac{2y}{d}\right)^2 + \left(\frac{2y}{d}\right)^4\right] \tag{3'}$$

Efortul σ_x este distribuit uniform pe diametrul vertical. Pentru a ne raporta la vreun criteriu de rupere, trebuie să înlocuim efortul variabil σ_y cu un efort constant $\sigma_{y\,med}$ mediu:

$$\sigma_{y\,med} = \frac{2}{d}\int_0^{d/2} \sigma_y \cdot dy = \frac{44}{10} \cdot \frac{P}{\pi d} + \frac{4}{15} \cdot R_{pr} \tag{6}$$

În acest fel putem considera acum că starea de rezistenţă a cilindrului e determinată de starea de tensiune omogenă a secţiunii diametrale solicitate de P, şi anume de eforturile principale:

$$\sigma_1 = \sigma_{y\,med} = 4{,}4\frac{P}{\pi d} + 0{,}266 R_{pr}$$

(compresiune),

$$\sigma_2 = \sigma_x = \frac{2P}{\pi d} \text{ (întindere).}$$

În continuare, vom nota cu α raportul dintre rezistenţa convenţională R_{tc} stabilită conform relaţiei (1) şi valoarea lui R_t:

$$\alpha = \frac{R_{tc}}{R_t} \tag{7}$$

Pentru un cilindru cu lungimea $L = 2d$, starea de tensiune va fi cea corespunzătoare stării de deformaţie plană, cu excepţia zonelor marginale, unde va fi predominantă starea de tensiune plană.

Pentru ambele stări de tensiune, condiţiile de rupere şi expresia coeficientului α vor fi următoarele:

1) Teoria efortului unitar maxim:

$$\sigma_2 = R_t\,; \quad \alpha = 1 \qquad (8\text{ a, b})$$

2) Teoria deformaţiei specifice maxime (starea de tensiune plană):

$$\sigma_2 - \mu\sigma_1 = R_t\,;$$

$$\alpha = \frac{1 - 0{,}266\mu\, R_{pr}/R_t}{1 + 2{,}2\mu} \qquad (9\text{ a, b})$$

3) Teoria lui Mohr:

$$\sigma_2 - \chi\sigma_1 = R_t\,; \quad \alpha = \frac{0{,}734}{1 + 2{,}2\dfrac{R_t}{R_{pr}}} \qquad (10\text{ a, b})$$

$$\chi = R_t/R_{pr}$$

4) Ipoteza lui Mörsch:

$$\sigma_1 - 6\sigma_2 = 0\,; \quad \alpha = 0{,}07\frac{R_{pr}}{R_t} \qquad (11\text{ a, b})$$

5) Ipoteza lui Verighin:

$$\left(\frac{\sigma_1}{R_{pr}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_2}{R_t}\right)^2 = 1 \qquad (12\text{ a, b})$$

$$[1 + 4{,}84\,(R_t/R_{pr})^2]\cdot\alpha^2 + 1{,}17\,(R_t/R_{pr})\alpha - 0{,}93 = 0$$

6) Teoria lui O. I. Berg:

$$\sqrt{\frac{\sigma_1^2 + \sigma_3^2}{{R_{pr}}^2}} = 1 - k\cdot\frac{\sigma_2}{R_t}\ ; \quad k = 1 - \frac{R_t}{R_{pr}} \qquad (13\text{ a, b})$$

$$[5{,}84\,(R_t/R_{pr})^2 - k^2]\,\alpha^2 + [1{,}17\,(R_t/R_{pr}) + 2k]\,\alpha - 0{,}93 = 0$$

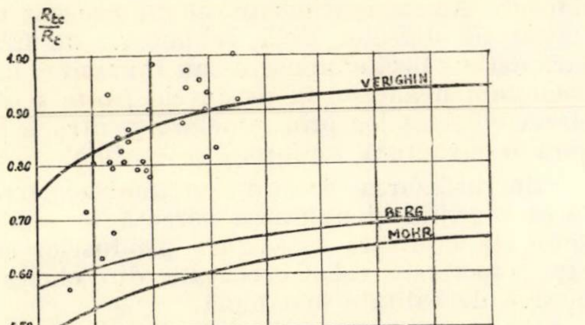
Din formulele expuse se observă că α depinde de marca betonului, ilustrată prin raportul R_t/R_{pr}.

În afara criteriului deformaţiei specifice maxime, celelalte formule indică o creştere a lui α pe măsură ce marca betonului creşte.

În figura 2 sînt redate curbele $\alpha - R_{pr}/R_t$ pentru diferitele teorii de rupere.

Asupra modului de rupere, în cele de mai sus s-au făcut două simplificări, şi anume: s-a neglijat mai întîi efectul efortului σ_3 dirijat în lungul cilindrului corespunzător stării de deformaţie plană şi efectul repartiţiei neuniforme a lui σ_2 pe diametrul vertical, care creează de fapt o stare de solicitare neomogenă. Aceste simplificări nu sînt însă hotărîtoare în ce priveşte caracterul ruperii.

Fig. 2 – Valorile experimentale şi curbele teoretice pentru α în funcţie de R_{pr}/R_t



III. ÎNCERCĂRI EXPERIMENTALE

Pentru a urmări variaţia lui α pentru diferite mărci de betoane s-au încercat cilindri cu Ø = 15 cm şi l = 30 cm din 30 de serii, marca betonului variind între B 60 şi B 600. Fiecare serie a cuprins 6 epruvete cilindrice, 6 cuburi de 20 × 20 × 20 cm şi 6 prisme de 10 × 10 × 55 cm.

Rezistenţa la întindere pură R_t s-a determinat cu ajutorul relaţiei:

$$R_t = \frac{M_f}{0{,}392\, w_{fp}\, bh^2} \qquad (14)$$

unde M_f este momentul de rupere a prismei standardizate, coeficientul w_{fp} ţinînd cont de plasticizarea parţială a zonei întinse, în funcţie de calitatea betonului. Marca betonului s-a determinat pe cuburi. Valorile R_b, R_t, R_{tc} şi α sînt redate în tabela 1.

Tabela 1

Valorile lui R_b, R_t, R_{tc} şi α

Nr. crt.	R_b	R_t	R_{tc}	$\alpha = \frac{R_{tc}}{R_t}$	Nr. crt.	R_b	R_t	R_{tc}	$\alpha = \frac{R_{tc}}{R_t}$
1.	60	7.6	3,8	0,500	16.	215	23,5	20,3	0,864
2.	63	9,8	5,6	0,572	17.	219	22,1	17,2	0,778
3.	70	7,8	6,6	0,846	18.	231	27,8	22,4	0,805
4.	80	9,5	6,4	0,675	19.	240	24,7	19,5	0,788
5.	95	12,6	10,2	0,807	20.	256	22,1	21,6	0,976
6.	113	14,3	9,0	0,628	21.	274	27,6	25,0	0,905
7.	121	14,6	13,6	0,930	22.	308	27,1	23,8	0,876
8.	126	17,3	12,4	0,716	23.	310	25,0	23,4	0,935
9.	142	17,0	13,5	0,794	24.	314	27,2	25,7	0,945
10.	160	15,9	15,7	0,985	25.	435	36,0	34,4	0,955
11.	170	19,1	15,5	0,811	26.	479	38,6	31,5	0,816
12.	180	18,6	15,1	0,810	27.	500	39,4	32,8	0,830
13.	190	22,1	18,8	0,850	28.	511	36,8	34,0	0,922
14.	198	20,8	16,5	0,793	29.	536	43,6	39,0	0,895
15.	202	23,0	19,0	0,826	30.	595	44,3	45,5	1,026

Din tabela 1 rezultă, cum era de aşteptat, că α creşte pe măsură ce creşte R_b.

Deoarece ruperea betonului are un caracter puternic aleatoriu cauzat de neomogenitatea sa, este necesar a stabili gradul de dependenţă a lui R_{tc} de R_t şi mai ales a lui α de R_b. În acest scop s-au determinat coeficienţii de corelaţie C_1 (R_{tc}, R_t) şi C_2 (R_b, α) pe baza datelor din tabela 1 cu ajutorul formulei:

$$C = \frac{n\Sigma XY - (\Sigma X)\cdot(\Sigma Y)}{\sqrt{[n\cdot\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2]\cdot[n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}} \qquad (15)$$

unde X, Y sînt R_{tc}, R_t pentru C_1 respectiv R_b, α pentru C_2 la aceeaşi serie de beton.

Valorile coeficienţilor C sînt:

$$C_1 = (R_{tc}, R_t) = 0{,}988\,; \quad C_2\,(R_b, \alpha) = 0{,}504.$$

Valoarea mare a lui C_1 indică o corelaţie foarte strînsă între R_t şi R_{tc}, lucru evident, ceea ce confirmă faptul că ruperea probelor cilindrice este determinată direct de valoarea lui R_t.

Valoarea mai mică pentru C_2 indică o corelaţie mediocră între α şi R_b, fapt care arată că, deşi există o dependenţă reală între α şi R_b, este dificil şi nesigur a căuta o relaţie matematică între cele două mărimi valabile pentru toată gama de mărci de betoane. De aceea este mai indicată împărţirea pe clase de mărci de betoane cărora le va corespunde cîte un domeniu mai restrîns al valorilor lui α conform tabelei 2

IV. CONCLUZII

Cum rezultă din consideraţiile teoretice, precum şi din încercările experimentale, valoarea lui R_{tc} dedusă din ruperea probelor cilindrice prin despicare este inferioară lu

Tabela 2

Valorile medii ale coeficientului $\alpha = R_{tc}/R_t$ pentru mărcile de betoane B 60 – B 600

Clasa de betoane	Coeficient α		
	mediu	minim	maxim
B 50 – B 120	0,674	0,500	0,807
B 120 – B 200	0,800	0,716	0,850
B 200 – B 300	0,850	0,780	0,920
B 300 – B 400	0,916	0,876	0,945
B 400 – B 600	0,925	0,880	1,025

R_t, prin acest fapt această metodă fiind acoperitoare. În scopul unei determinări mai precise a lui R_t din R_{tc}, valoarea raportului R_{tc}/R_t fiind dependentă de marca betonului R_b, trebuie ales pentru fiecare clasă de beton un coeficient mediu al lui α.

Din lucrarea de faţă rezultă că deşi metoda braziliană are avantaje substanţiale faţă de cea a încovoierii prismelor, totuşi nu poate stabili în mod determinat valoarea reală a lui R_t, acesta fiind dependent de marca betonului, dependenţă care nu poate fi exprimată matematic.

Bibliografie

[1] Berg O. I.: *Fiziceskie osnovi teorii procinosti betona i jelezobetona*, Moskva, Gosstroizdat, 1961.

[2] Rossi I.: *Recherches expérimentales sur le comportement des éprouvettes de béton à l'essai brésilien*. Bul. RILEM, nr. 22, 1964.

[3] Palotas L.: *A beton térbeli feszültségallapota*. A felszabadulas 16 évfordulojan rendezett tudomanyos ülészek elöadasai, nr. 3, Budapest, 1962.

[4] Nilsson S.: *The tensile strength of concrete determined by splitting tests on cubes*, Bul. RILEM nr. 11, 1961.

[5] Thaulow S.: *Tensile splitting test and nigh strength concrete test cylinders*, Journal of the American concrete institute, nr. 7, 1957.

Defecţiuni apărute la ferestrele construcţiilor noi

Ing. Vl. Platon

INCEF

Sectorul de construcţii de locuinţe, social-culturale şi industriale a cunoscut în ultimul timp o dezvoltare rapidă, dezvoltare ce se va accentua în anii următori.

În realizarea noilor construcţii, uşile şi ferestrele au o pondere valorică de 10–15%.

Pentru asigurarea necesarului de uşi şi ferestre paralel cu dezvoltarea sectorului de construcţii a fost necesară reorganizarea, dezvoltarea şi specializarea rapidă a fabricilor respective.

Dintre greutăţile ce se ridică la organizarea acestor fabrici este şi aceea a aprovizionării cu materie primă. Fabricile de uşi şi ferestre consumă în mare parte lemn masiv de răşinoase, iar consumul specific înregistrat la noi este mult mai mare decît în străinătate, ceea ce face ca anual să se consume aproximativ 250 000 m³ cherestea de răşinoase.

Datorită condiţiilor grele în care funcţionează, ferestrele trebuie făcute din cherestea de răşinoase de calitate superioară.

Asigurarea materiei prime de calitate, cu ani în urmă, cînd volumul construcţiilor era redus, nu era o problemă. În prezent, cînd volumul construcţiilor creşte vertiginos, iar celelalte ramuri industriale consumatoare de lemn se dezvoltă continuu, apariţia unor noi sectoare care solicită materiale lemnoase, cum şi cererile pentru export fac să se pună cu acuitate problema asigurării unui echilibru între necesarul cantitativ şi calitativ de lemn de răşinoase şi posibilităţile pădurilor, care practic sînt constante.

Pentru realizarea acestui echilibru şi asigurarea unei dezvoltări armonioase a tuturor ramurilor industriale, Directivele Congresului al IX-lea al P.C.R. au trasat ca sarcină reducerea consumurilor specifice de material lemnos şi utilizarea mai raţională şi integrală a acestui material în vederea acoperirii tuturor cerinţelor economiei naţionale.

Pe această bază şi ţinînd seamă de nevoile actuale de lemn şi materiale disponibile, au fost elaborate noi tipuri de uşi şi ferestre, care au fost standardizate prin STAS 465-66 şi 466-66.

Pentru a asigura cantitatea de ferestre şi uşi necesare construcţiilor, acestea au fost executate din cherestea de răşinoase de calitate superioară, din sortimentele disponibile corespunzătoare acestei fabricaţii, precum şi din sortimente noi pe bază de lemn.

Pentru a se acoperi cantităţile mari de cherestea de răşinoase necesare fabricării uşilor şi ferestrelor a trebuit să se folosească cherestea din clasele a II-a şi a III-a în procente mai ridicate. Aceste sortimente au un procent mai ridicat de defecte. Noile tehnologii de fabricare permit însă eliminarea sau înlocuirea unor defecţiuni neadmise în produsele finite şi asocierea elementelor prin lamelare pentru a asigura o structură uniformă şi stabilă.

Prin utilizarea acestor sortimente, executarea îngrijită şi aplicarea corectă a tehnologiilor de fabricare se asigură produselor calităţi superioare celor executate din cherestea masivă de calitate mai bună.

Lipsa cherestelei de răşinoase de calitate superioară este resimţită pe plan mondial de toţi producătorii de uşi şi ferestre.

Aceasta nu a dus însă la o reducere a producţiei. Dimpotrivă, producţia a crescut continuu, deoarece s-au folosit sortimente inferioare şi diverse materiale pe bază de lemn şi totodată s-au elaborat noi tehnologii şi metode de prelucrare, care asigură o creştere continuă a calităţii produselor. Menţinerea calităţii acestor produse pe timpul depozitării, transportului şi montării se asigură prin finisarea completă la producător.

În prezent, pe plan mondial se tinde ca uşile şi ferestrele să fie livrate complet finisate, în unele ţări ajungîndu-se să se aplice această tehnologie în proporţie de 70—90%

Aceste tehnologii asigură o utilizare mai bună a sortimentelor de lemn disponibile, chiar de calitate mai slabă, iar prin finisarea completă la producător, calitatea produselor creşte.

La noi în ţară, deşi dotaţia tehnică are un nivel ridicat, nu s-a trecut încă la finisarea acestor produse la producător (cu excepţia foilor de uşi interioare).

Aceste produse se execută uneori cu abateri de la prevederile standardelor, iar recepţia în fabrică sau pe şantier nu se face cu suficientă atenţie şi competenţă, încît în multe cazuri produsele sînt executate neîngrijit sau conţin defecţiuni neadmise în standarde.

Protecţia sumară aplicată prin grunduire nu este suficientă în condiţiile actuale de depozitare, transport şi montare. Variaţiile mari de temperatură şi umiditate determină o amplificare a unor defecţiuni de fabricaţie şi apariţia unor noi defecţiuni, ceea ce face ca încă de la darea în funcţiune a noilor construcţii să apară numeroase reclamaţii privind calitatea slabă a uşilor şi ferestrelor.

Pentru a scoate în evidenţă principalele cauze care duc la deprecierea uşilor şi ferestrelor. Institutul de cercetări forestiere a întreprins o anchetă, examinînd comportarea ferestrelor montate la blocurile de locuinţe construite în ultimii ani. Constatările făcute sînt prezentate în continuare.

I. PRINCIPALELE DEFECŢIUNI ALE FERESTRELOR

În vederea stabilirii modului de comportare a ferestrelor de lemn montate în ultimii ani în construcţii, au fost examinate locuinţele din noile blocuri de pe Magistrala Nord-Sud, cartierul Viilor şi Pieptănari.

Aceste locuinţe au fost construite în perioada 1961—1965.

Modul de comportare a fost examinat după 3—7 ani de la darea în folosinţă.

La construcţiile examinate au fost montate ferestre duble cu deschidere interioară şi ferestre cuplate. Acestea sînt executate după STAS 465—55 „Ferestre, uşi de balcoane şi obloane de lemn pentru construcţii civile” (fig. 1), după STAS 465-62 revizuit (fig. 2), iar unele pe bază de proiecte.

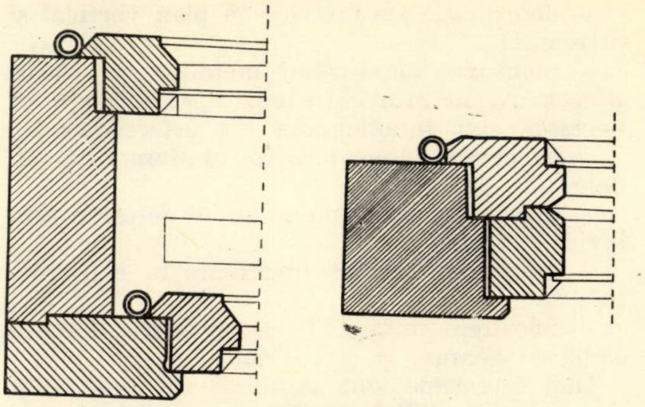


Fig. 1 — Detalii de execuţie a ferestrelor după STAS 465—55

Materialele folosite şi condiţiile de calitate au fost conform STAS 799—55 „Ferestre şi uşi de lemn. Condiţii generale” şi STAS 799—62 revizuit.

Datorită defecţiunilor apărute la o mare parte din ferestre, în apartamente au pătruns apa de ploaie, zăpada sau praful ori infiltraţii puternice de aer. În aceste cazuri, atît locatarii, cît şi beneficiarii construcţiilor au reclamat că ferestrele au fost executate necorespunzător. Producătorii susţin că produsele livrate sînt corespunzătoare, dar că se degradează pînă la montare şi în timpul montării.

O analiză atentă a scos în evidenţă faptul că, în multe cazuri, producătorul execută aceste produse neîngrijit sau cu defecţiuni neadmise de standarde, că recepţia se face foarte sumar, iar constructorul preia produsele pe încredere, făcînd o recepţie superficială sau nefăcînd-o de loc.

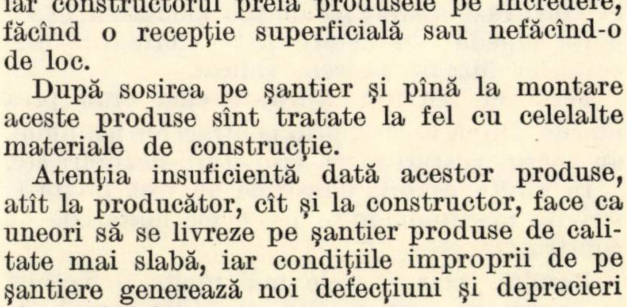
După sosirea pe şantier şi pînă la montare aceste produse sînt tratate la fel cu celelalte materiale de construcţie.

Atenţia insuficientă dată acestor produse, atît la producător, cît şi la constructor, face ca uneori să se livreze pe şantier produse de calitate mai slabă, iar condiţiile improprii de pe şantiere generează noi defecţiuni şi deprecieri ale produselor.

Cu ocazia anchetei efectuate au rezultat următoarele defecţiuni mai importante :

— rosturi mari şi neuniforme pe conturul cercevelelor ;

Fig. 2 — Detalii de execuţie a ferestrelor după STAS 465—62



— deformații ale ramelor în plan vertical și orizontal;

— montarea accesoriilor metalice cu rosturi prea mari, iar în unele cazuri lipsa accesoriilor necesare sau funcționarea lor defectuoasă;

— executarea unor ferestre în afara standardelor;

— degradări ale elementelor de ferestre prin lovire sau strivire;

— montarea necorespunzătoare în construcție;

— folosirea unui chit care face aderență slabă cu geamul și cercevelele.

Deși ferestrele sînt montate de mai mulți ani, se pot stabili factorii care au generat apariția acestor defecțiuni.

La examinarea făcută a rezultat că finețea de prelucrare a acestor ferestre este necorespunzătoare. Toate elementele conțin asperități și denivelări care nu au putut fi acoperite cu vopsea. Procentul de noduri și mărimea acestora depășesc în unele cazuri prevederile standardelor, iar acolo unde s-au făcut înlocuiri, acestea sînt vizibile.

S-au observat, de asemenea, crăpături neadmise, care au fost insuficient reparate. Accesoriile au fost montate în poziții greșite și cu rosturi prea mari. Acestea sînt, în general, defecțiuni de execuție care pot fi atribuite producătorului.

Tehnologia improprie de manipulare, depozitare și montare a amplificat aceste defecțiuni și a dat naștere altora mai grave.

Umiditatea mare de pe șantiere, expunerea la vînt, raze solare, ploaie sau montarea în zidăria umedă au determinat deformarea cercevelelor într-un procent ridicat.

Ferestrele au fost ajustate cînd erau prea umede. După uscare, prin contragerea lemnului, au apărut rosturi mari, crăpături, dezlipiri etc.

În multe cazuri, ferestrele au fost lovite și strivite manipulîndu-se peste ele materiale de construcție.

Rezultă clar că cele mai multe defecțiuni se produc pe șantiere, iar condițiile actuale de lucru de pe șantiere nu asigură un control riguros calitativ la recepție, astfel încît producătorul poate livra produse sub nivelul standardelor.

În cele ce urmează se vor prezenta principalele defecțiuni identificate și se vor face propuneri de remediere.

a) Defecțiuni la traversa inferioară a tocului și a cercevelei

Soluțiile constructive necorespunzătoare, execuția neîngrijită, ajustarea defectuoasă, ca și condițiile de folosire pe șantiere au determinat apariția unor rosturi și deformații la partea inferioară a cercevelelor. Prin aceste rosturi se infiltrează în interior mari cantități de apă de ploaie (fig. 3).

Defecțiunile acestea sînt cele mai des întîlnite și cele care creează cele mai multe nemulțumiri locatarilor.

Pentru a înlesni îndepărtarea apei de ploaie, lăcrimarul trebuie să se execute cu cca 18 mm. mai mare decît planul tocului. La foarte multe ferestre, nivelul acestuia este în planul tocului (fig. 3 *a*) sau depășește foarte puțin acest plan.

Din cauza ajustării necorespunzătoare sau a contragerii după uscare, între fețele de contact ale falțurilor de închidere au apărut rosturi mari (fig. 3 *b*) sau suprafața de contact a acestora este foarte redusă (fig. 3 *c*).

Pentru remedierea acestor defecțiuni, constructorul a încercat să suprapună peste lăcrimarul de lemn un altul de tablă (fig. 3 *d*).

La montarea lăcrimarului de tablă nu s-a ținut însă seamă de construcția defectuoasă a ferestrelor sau de defecțiunile apărute după montare. Între planul inferior al lăcrimarului și planul superior al pragului tocului au rămas rosturi prea mari (fig. 3 *d*), pe unde apa de ploaie este dirijată spre interior. Așa cum s-au făcut aceste remedieri, nu sînt de natură să îmbunătățească funcționarea ferestrelor.

Pentru înlăturarea acestor defecțiuni este necesar să se facă următoarele remedieri:

— montarea unor lăcrimare metalice la toate ferestrele la care cel de lemn nu este conform standardelor (fig. 4 *a*);

— eliminarea rosturilor dintre falțuri pentru a asigura suprapunerea acestora și etanșeitatea ferestrelor (fig. 4 *b*);

— supraînălțarea pragului tocului pentru a asigura o suprafață de contact între fețele celor

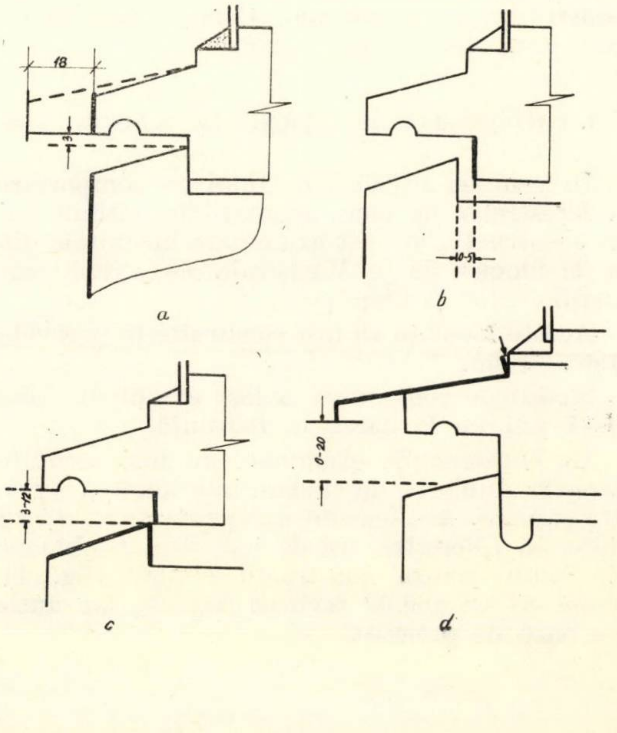


Fig. 3 – Detalii de execuție a ferestrelor montate

a – lăcrimar executat la nivelul tocului; *b* – rost mare între falțul tocului și a cercevelei; *c* – suprafață de suprapunere redusă; *d* – remedieri făcute de constructor două falţuri de închidere şi reducerea rosturilor dintre lăcrimar şi toc (fig. 4 *c*);

— modificarea lăcrimarelor de tablă montate la o parte din ferestre în vederea reducerii rosturilor dintre lăcrimar şi toc de la 10—20 mm la 3 mm cît prevede standardul (fig. 4 *d*).

Apa de ploaie poate pătrunde în interior chiar în cazul cînd ferestrele sînt bine executate. Presiunea vîntului produce diformarea ferestrelor, iar prin rosturile create, curentul de aer antrenează apa de ploaie.

Pentru a împiedica apa să ajungă în interior s-a prevăzut în pragul tocului şi în montanţii laterali un canal colector în care se adună apa infiltrată, iar de aici, prin intermediul unor orificii, este eliminată în exterior (fig. 4 *a*).

La ferestrele examinate, aceste canale lipsesc sau sînt de dimensiuni reduse şi neuniforme, astfel că nu permit colectarea şi evacuarea apei (fig. 5 *a-b*).

La unele ferestre, în locul orificiilor de scurgere s-au executat nişte crestături care au înlesnit degradarea pragului tocului (fig. 5 *b*).

Pentru a evita infiltarea apei de ploaie în apartamente este necesar să se execute corect canalul colector în pragul tocului şi să se prevadă orificii de eliminare a apei (fig. 5 *c*).

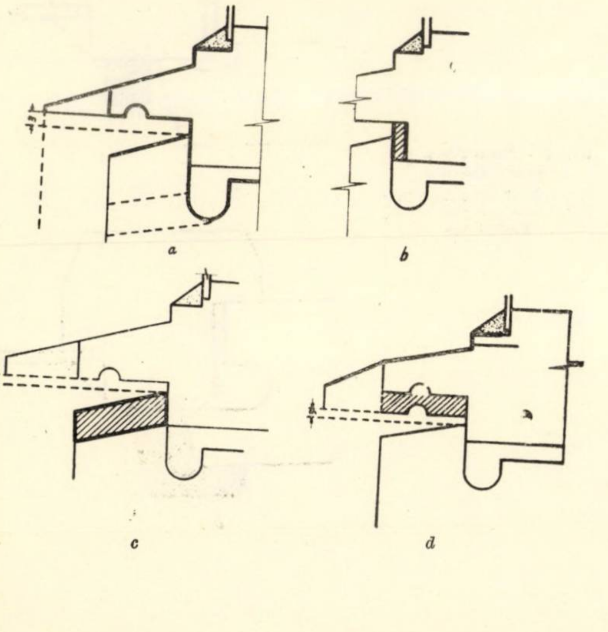
Felul în care se fixează pragul în zidărie nu este suficient de bine pus la punct. Pentru acoperirea rostului dintre toc şi zidărie se utilizează un glaf de tablă (fig. 6) care se fixează într-un locaş executat în toc încă de la fabrică (fig. 6 *a*).

În multe cazuri, acest locaş nu a fost executat (fig. 6 *b*), iar apa de ploaie se infiltrează cu uşurinţă pe sub toc. La ferestrele la care s-a executat acest locaş, glaful este fixat defectuos (fig. 6 *c*), încît apa de ploaie se infiltrează pe sub toc.

Aceste defecţiuni trebuie remediate prin aplicarea unei şipci în partea superioară a glafului (fig. 6 *d*) pe toată lungimea.

Fig. 4 — Remedierea defecţiunilor de închidere

a — prelungirea lăcrimarului; *b* — eliminarea rosturilor; *c* — supraînălţarea pragului; *d* — modificarea lăcrimarului de tablă



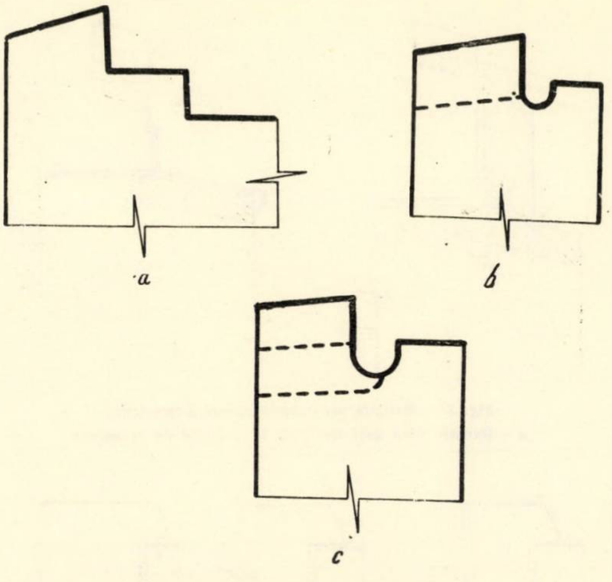


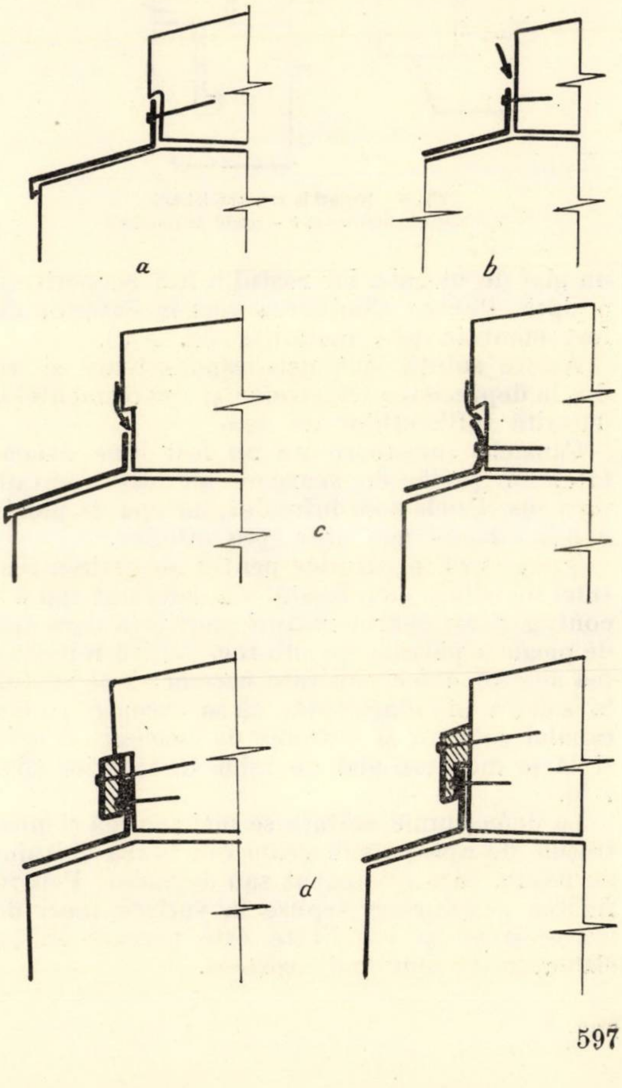
Fig. 5 — Secţiuni prin pragul tocului

a — toc fără canal colector; *b* — toc cu canal colector subdimensionat şi crestături în loc de orificii; *c* — soluţie de remediere

La blocurile de pe Magistrala Nord-Sud în locul glafului de tablă a fost montat în exterior

Fig. 6 — Etanşarea rostului de montare între toc şi zidărie

a — etanşarea cu glaf de tablă; *b* — toc executat fără lăcaşul de fixare a glafului; *c* — glaf de tablă fixat necorespunzător; *d* — etanşarea rosturilor dintre toc şi glaf



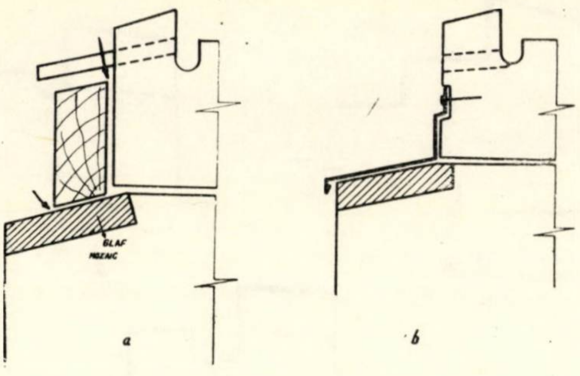


Fig. 7 – Montare necorespunzătoare a ferestrelor
a – ferestre fără glaf metalic; *b* – soluţie de remediere

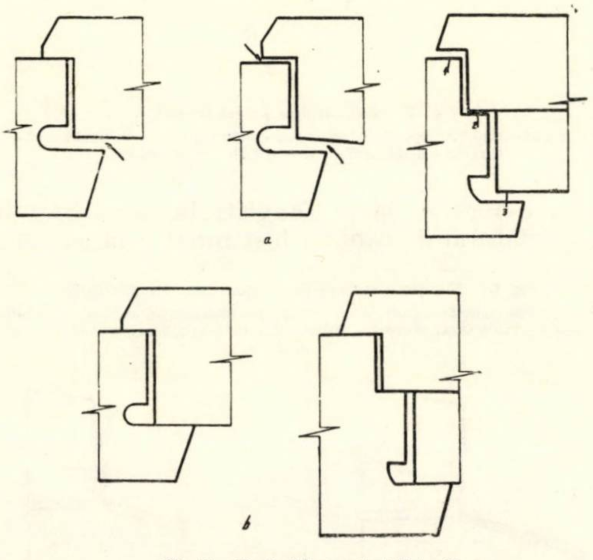


Fig. 8 – Rosturi la montanţi laterali
a – rosturi identificate; *b* – soluţii de remediere

un glaf de mozaic, iar rostul a fost acoperit cu o şipcă. Pentru eliminarea apei în exterior au fost montate ţevi metalice (fig. 7 *a*).

Aceste soluţii sînt necorespunzătoare şi au dus la deprecierea ferestrelor şi apartamentelor datorită infiltraţiilor de apă.

Canalele colectoare nu au fost bine executate, iar ţevile de scurgere au fost montate prea sus. Unele s-au înfundat, iar apa de ploaie a fost dirijată mai uşor spre interior.

Şipca pusă în exterior pentru acoperirea rostului nu a fost bine fixată, s-a deformat sau s-a contras şi au apărut rosturi mari prin care apa de ploaie a pătruns pe sub toc. Pentru remedierea acestor defecţiuni este necesar să se revină la soluţia standardizată, să se execute corect canalul colector şi orificiile de evacuare a apei şi să se monteze glaf de tablă în exterior (fig. 7 *b*).

La defecţiunile arătate se mai adaugă şi infiltraţiile de apă pe sub geam din cauza chitului de fixare, care este căzut sau degradat. Pentru fixarea geamurilor expuse la variaţii mari de temperatură şi umiditate este necesar să se elaboreze un chit mai rezistent.

b) Defecţiuni ale montanţilor laterali şi intermediari

La montarea cercevelelor pe tocuri, între feţele de contact ale falţurilor de la cercevele şi toc trebuie să se lase un rost uniform de 1,5–2 mm pentru vopsire.

Din cauza montării necorespunzătoare a accesoriilor metalice sau din cauza unor deformaţii, de multe ori pleacă din fabrică ferestre cu rosturi mai mari decît cele admise sau neuniforme.

Depozitarea ferestrelor, insuficient protejate, în locuri cu umiditate ridicată şi montarea în zidăria umedă determină umflarea tuturor elementelor şi eliminarea rosturilor normale, care asigură buna funcţionare.

După montare se trece la ajustarea ferestrelor, ajustare ca se face într-un moment nepotrivit, cînd lemnul are o umiditate foarte mare.

După ajustare, prin finisare se produce o „capsulare a apei din lemn'', care se evaporă ulterior, cînd temperatura din interiorul locuinţelor este mare.

Aşa se explică de ce la recepţie ferestrele au în general o comportare bună şi nu ies în evidenţă defecţiuni, iar ulterior, la intervale chiar mici, acestea încep să apară în număr mare.

Între cercevele şi tocuri apar rosturi mai mari decît cele admise. Acestea sînt neuniforme, pot apărea numai la unele falţuri sau la toate, numai la o cercevea sau la ambele, în interior şi exterior. În toate aceste cazuri etanşeitatea este mult redusă (fig. 8 *a*).

Aceste defecţiuni pot fi înlăturate ajustînd toate falţurile şi potrivind balamalele, cremoanele şi celelalte accesorii (fig. 8 *b*).

La unele blocuri, după apariţia acestor rosturi, în loc să se facă ajustările necesare, constructorul a încercat să etanşeizeze cercevelele exterioare cu şipci (fig. 9 *a*).

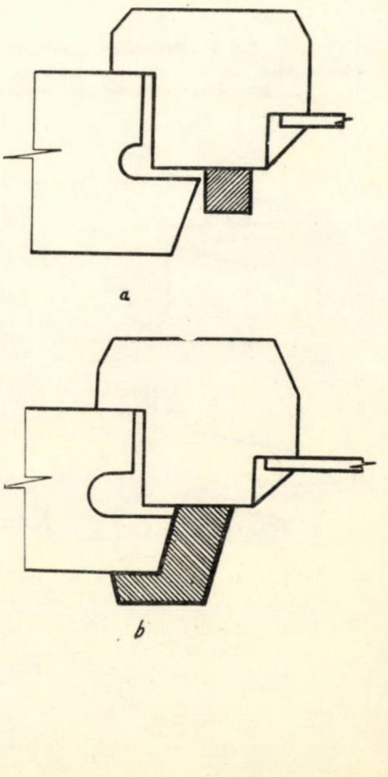


Fig. 9 – Remedierea rosturilor laterale
a – soluţie folosită pe şantier; *b* – propunere de modificare

Între şipci şi montanţii tocului s-au creat nişte pîlnii în care se colectează pe verticală apa de ploaie, iar sub influenţa presiunii vîntului aceasta este dirijată spre interior.

Singura remediere a acestor defecţiuni este ajustarea cercevelelor şi eliminarea rosturilor În cazul cînd nu pot fi ajustate, rosturile pot fi acoperite cu o şipcă profilată fixată pe toc şi nu pe cercevea (fig. 9 *b*).

Ajustarea cercevelelor într-un moment cînd umiditatea lemnului era prea mare a dus, după uscare, la apariţia unor rosturi foarte mari la montanţii intermediari ai cercevelelor (fig. 10 *a*). Din această cauză, cercevelele se închid prost, iar etanşeitatea este redusă.

Aceste defecţiuni pot fi înlăturate completînd falţurile cu şipci (fig. 10 *b*).

Defecţiunile prezentate în figurile 3—10 sînt numai cîteva dintre cele mai importante şi întîlnite la majoritatea ferestrelor examinate.

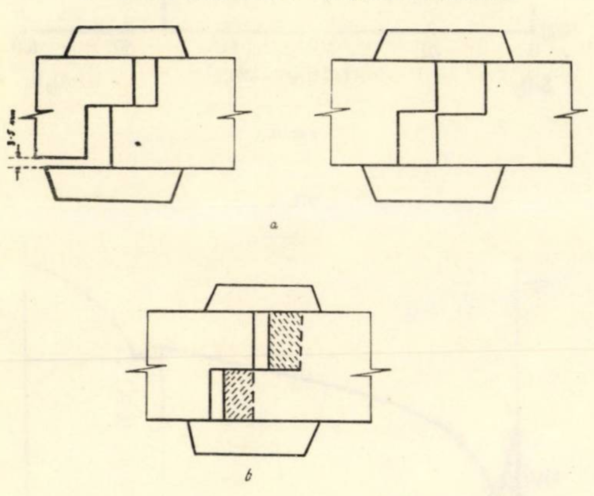
Au mai fost identificate numeroase defecţiuni de montare, cum sînt : rosturi între toc şi zidărie, lipsa unei izolaţii sau etanşeizări a acestor rosturi, acoperirea necorespunzătoare a rosturilor, fixarea necorespunzătoare în zidărie (întregul ansamblu se mişcă la închidere şi deschidere), accesorii metalice defecte sau montate cu rosturi prea mari, formate de cercevele foarte mari şi fără accesoriile specifice de manevrare şi închidere etc.

Defecţiunile menţionate au dus la uzura prematură a ferestrelor şi la însemnate deprecieri ale construcţiilor.

Pentru remedierea acestor defecţiuni se vor consuma însemnate cantităţi de materiale şi fonduri, care reprezintă pierderi pentru economia naţională.

Numeroasele defecţiuni care apar la uşile şi ferestrele montate trebuie să constituie un subiect de analiză pentru toţi factorii interesaţi, care să elaboreze tehnologii corespunzătoare de manipulare, depozitare şi montare.

Fig. 10 – Rosturi la montanţii intermediari
a – rosturi identificate; *b* – propuneri de remediere



II. CONCLUZII

Nemulţumirile repetate ale organelor de administraţie locativă şi ale locatarilor cu privire la calitatea ferestrelor de la noile construcţii au determinat Institutul de cercetări forestiere să efectueze o anchetă pentru identificarea defecţiunilor apărute la ferestre, stabilirea cauzelor acestora şi indicarea măsurilor de remediere.

Se ştie că ferestrele de lemn executate şi montate corect funcţionează în bune condiţii 50—70 de ani.

La blocurile examinate s-a constatat că din cauza unor defecţiuni de execuţie şi în special a depozitării şi montării necorespunzătoare, ferestrele de lemn prezintă numeroase defecţiuni numai după 4—7 ani de folosinţă.

Calitatea slabă a ferestrelor şi funcţionarea lor defectuoasă au fost determinate de :

— execuţia lor neîngrijită ;

— controlul superficial al calităţii, atît la fabrică, cît şi la recepţionarea pe şantiere ;

— depozitarea ferestrelor în aer liber, expunerea la razele solare şi la precipitaţii sau depozitarea în încăperi umede ;

— montarea în zidărie umedă ;

— ajustarea cînd lemnul are o umiditate ridicată ;

— vopsirea ferestrelor cu umiditatea lemnului peste cea normală (circa 15 %).

Standardele de fabricaţie prevăd condiţiile de execuţie şi livrare a acestor produse. Din cauză că nu se exercită un control permanent în producţie şi la livrare, aceste prevederi nu sînt respectate în totalitate.

Condiţiile de depozitare, manipulare şi montare în construcţii sînt necorespunzătoare. Materialele documentare sumare ce există în legătură cu aceste aspecte, nu sînt aplicate.

Toate aceste aspecte au generat apariţia defecţiunilor semnalate şi diminuarea calităţii ferestrelor. Cea mai mare parte a deficienţelor semnalate pot fi evitate prin aplicarea întocmai a standardelor de producţie, prin întărirea controlului de recepţie din partea beneficiarilor şi mai ales prin elaborarea, încă de la proiectare, a unor tehnologii corespunzătoare de manipulare, depozitare şi montare.

Pentru mărirea duratei de funcţionare a ferestrelor montate în construcţii este necesar să se facă remedierile recomandate.

Pentru a evita apariţia acestor defecţiuni este necesar ca organele competente să exercite un control riguros în toate fazele, începînd cu producţia, depozitarea, manipularea şi transportul şi terminînd cu montarea în construcţii şi recepţia.

Aspecte ale formării, cristalizării şi topirii mulitului, component valoros al maselor ceramice

Ing. M. V. Cerchez, ing. L. Marinescu

Majoritatea maselor ceramice, şi anume masele ceramice obţinute din argile şi caolinuri cu sau fără adaos de alte materii prime, au în compoziţie aluminosilicatul mulit. Acesta conferă obiectelor ceramice obţinute după ardere proprietăţi superioare, cum ar fi rezistenţă mecanică, rezistenţă chimică şi altele, fiind considerat drept componentul constituţional cel mai valoros. Astfel, porţelanurile fabricate în Europa (în S.U.A., existînd o sursă variată de materii prime, masele ceramice conţin, pe lîngă mulit, şi alţi compuşi mineralogici) conţin în general fazele : mulit, cristobalit, cuarţ netransformat şi fază sticloasă, iar refractarele de şamot conţin : mulit şi fază sticloasă. În ambele mase ceramice, mulitul este constituentul valoros, tehnologia de fabricare orientîndu-se înspre obţinerea acestui compus.

Importantele şi utilele aspecte teoretice legate de formarea, cristalizarea şi topirea mulitului, analizate şi studiate de multă vreme, au suferit în ultimul timp importante modificări, apărînd în unele cazuri chiar o serie de contradicţii. În cele ce urmează se trec în revistă problemele legate de aspectele termodinamice pe baza diagramelor de echilibru fazal, încercînd să se scoată în relief noile tendinţe şi orientări existente în sistemul binar $Al_2O_3-SiO_2$, necesar a fi cunoscute pentru conducerea ştiinţifică a fabricării maselor ceramice şi pentru cercetările bazate pe corelaţiile dintre proprietăţi şi constituenţii fazali.

Mai complexe şi mai puţin studiate, masele ceramice din sistemele cu mai mult de doi constituenţi, ternare şi cuaternare, nu sînt studiate în lucrarea de faţă.

I. DIAGRAMELE DE ECHILIBRU TERMIC

După studiul clasic, în sistem, al echilibrelor termice şi al topirii incongruente a mulitului (fig. 1), au apărut, începînd din 1951, o serie de controverse privind topirea mulitului.

Toropov şi Galahov [1], lucrînd în condiţii protejate (probele învelite în filme subţiri de wolfram), pentru a se evita evaporarea unei părţi de SiO_2, arată că topirea şi cristalizarea mulitului — A_3S_2* — sînt congruente (fig. 2 şi 3). Este interesant de semnalat că în 1909—1910, Rankin şi Sheperd au ajuns la o concluzie asemănătoare. În diagrama lor apărea un compus unic : AS* cu temperatura de topire 1 811 ± 10°C.

În prima diagramă a lui Toropov şi Galahov, maximul de pe curbă (între cele două subsisteme), care reprezintă topirea mulitului, este la temperatura de 1 890°C, ceea ce reprezintă o diferenţă însemnată faţă de cazul topirii incongruente de la 1 810°C (fig. 1). Eutecticul al doilea se găseşte la 77,5 % Al_2O_3 şi 1 845°C. Studiul diagramei binare şi noua ei formulare au fost generate de observarea cristalizării mulitului în sistemul ternar $Al_2O_3-BaO-SiO_2$, în domeniul imediat apropiat punctului figurativ A_3S_2.

Budnicov şi colaboratorii [2] au verificat topirea congruentă, stabilind punctul de to-

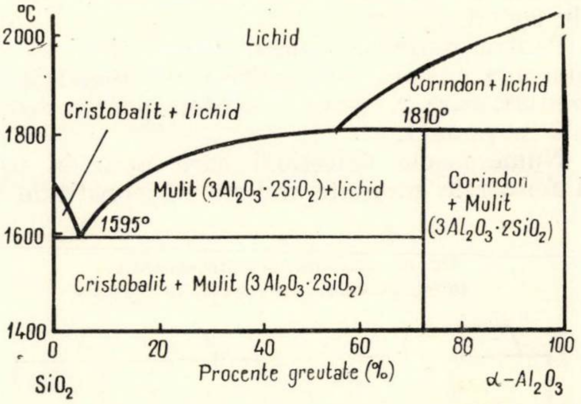
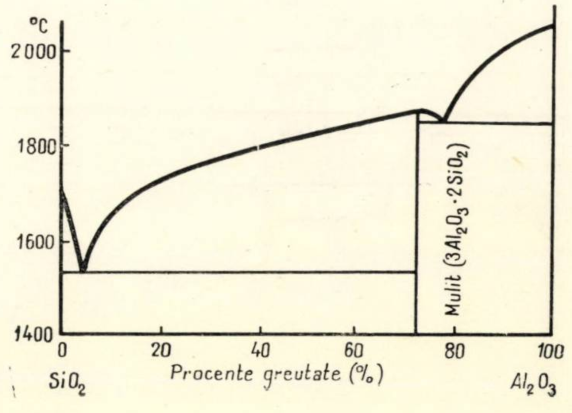


Fig. 1

Fig. 2



---

* A—Al_2O_3; S—SiO_2; A_3S_2—$3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$; AS—$Al_2O_3 \cdot SiO_2$.

pire al mulitului la 1 900 ± 20°C. Eutecticul din cadrul subsistemului mulit — corindon a fost găsit la temperatura de 1 870 ± 20°C, la un conţinut de 77,3 % Al_2O_3.

În a doua diagramă (fig. 3), Toropov ţine seamă de unele corecţii ale lui Budnicov şi indică un domeniu de existenţă a unor soluţii solide. Ca urmare a acestor investigaţii din 1958, se stabileşte eutecticul dintre mulit şi corindon la 1 850°C şi 79 % Al_2O_3. Domeniul soluţiilor solide se întinde de la punctul de compoziţie corespunzător compusului A_3S_2 pînă la 78 % Al_2O_3, ceea ce corespunde stoechiometric unui compus A_2S. Echilibrele termice au fost determinate microscopic pe secţiuni subţiri sau lustruite.

O serie de alte studii [3] confirmă topirea congruentă a mulitului şi apariţia unor soluţii solide în sistem. S-a remarcat [4] formarea unor filme de sticlă între monocristalele de mulit (observate şi de Budnicov) şi diferenţe faţă de formula A_3S_2 (Al_2O_3 = 71,8 %) şi anume îmbogăţire în Al_2O_3 pînă la 77,3 % (A_2S).

Filmul care apare pe particulele de mulit este însă un argument al topirii incongruente, adică al descompunerii. Se observă şi o fierbere pe suprafaţa cristalelor de mulit, probabil datorită evaporării SiO_2 (sau SiO). Toropov şi Galahov afirmă însă că în cazul topirii incongruente nu s-ar putea sistematiza mulit în flacără după metoda Verneuil, aşa cum s-a realizat în diferite experienţe [4].

Neuhas şi Richartz [5] resping ideea unei soluţii solide între $A_3S_2 - AS$ [4] şi ajung la concluzia că topirea mulitului este incongruentă. De altfel, o serie întreagă de cercetători [6, 7, 8, 9, 10] demonstrează că topirea mulitului este incongruentă. Din nefericire, cea mai mare parte din diagramele prezentate sînt realizate prin speculaţii efectuate asupra unor determinări anterioare existente în literatură. Diagrama cea mai reprezentativă este cea din figura 4. Soluţiile solide se încadrează între limitele 72—77—78 % Al_2O_3, ceea ce corespunde cu limitele indicate de Toropov în cadrul experienţelor sale, în care echilibrele se stabilesc prin încălzire şi răcire rapidă. Se modifică, în această diagramă care prezintă topirea mulitului ca incongruentă, şi compoziţia eutecticului din partea silicioasă a sistemului, de la 5,5 % Al_2O_3 înspre 10 % Al_2O_3.

Se pare că nu există soluţii solide între AS şi A_3S_2 (s-a experimentat la 65 % Al_2O_3), cel puţin în condiţiile de temperatură înaltă ale sintezei Verneuil (sinteză în flacără) [11, 12]. Totuşi, prin măsurători precise de diferiţi parametri optici asupra A_3S_2 şi AS (n şi a_0) apar anomalii, ceea ce arată că în natură ar putea să apară soluţii solide $AS - A_3S_2$ (mulit îmbogăţit cu silice), rezultate din descompunerea termică a argilelor silicioase [11].

Scoţînd în relief o serie de rezultate experimentale, se poate conchide [12]:

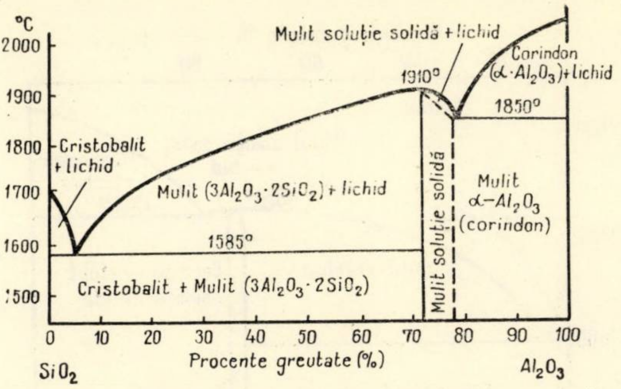


Fig. 3

— în diagrama A—S, în domeniul $A_3S_2 - A_2S$ apar o serie de cristale mixte; se pune problema dacă este vorba de o soluţie solidă cu adevărat moleculară;

— cantitatea maximă de Al_2O_3, în seria de cristale mixte, nu depăşeşte cantitatea de Al_2O_3 a compusului A_2S; se pare că nu există soluţii solide între $A_3S_2 - AS$;

— mulitul rezultat după sinterizare timp de două ore la 1 730°C are compoziţia A_3S_2— „sintermulit" — fiind diferit de „schmeltzmulit" (mulit obţinut din topitură).

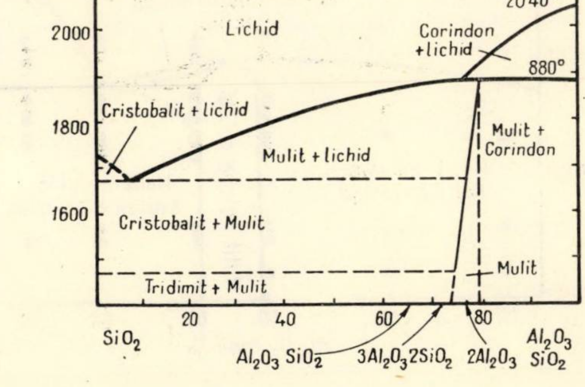
Existînd descompunerea mulitului cu eliberare de Al_2O_3 rezultă că mulitul este o fază metastabilă. Se poate face o analogie cu diagrama Fe—C, care prezintă în cazul răcirii rapide un alt compus decît cel al eutecticului: apare mai mult carbon şi cristalizează Fe_3C.

O explicaţie a acestor fenomene care au loc la temperatură înaltă este [12]:

— la 1 820°C, viteza de difuziune a ionilor de siliciu din reţeaua mulitului este neînsemnată şi este necesară o perioadă mai lungă de timp pentru ca să cristalizeze corindonul;

— pe de altă parte, cu cît creşte temperatura, A_3S_2 poate absorbi mai mult Al_2O_3. Astfel, din topitură cristalizează doar A_2S, care nu se poate dezagrega cu separare de Al_2O_3 la 1 820°C deoarece legăturile în reţea sînt foarte puternice.

Fig. 4



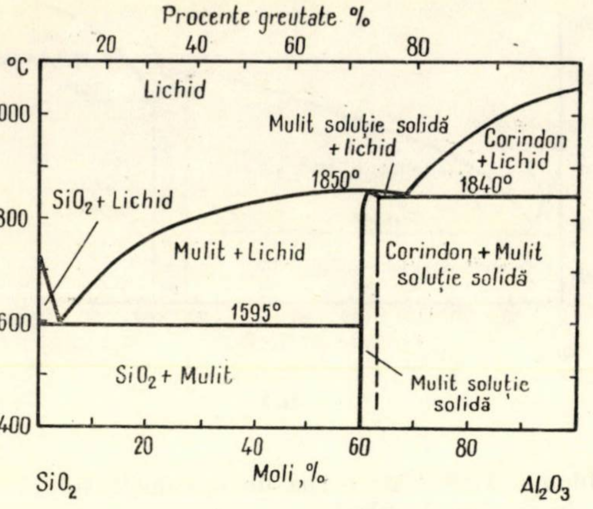


Fig. 5

O revizie în sistemul A—S [13] (fig. 5) — detaliu în figura 6 — arată topirea congruentă a A_3S_2 căruia i se stabileşte temperatura de topire 1 850°C; eutecticul între A şi A_3S_2: 1 840°C (67% Al_2O_3). Apar pe diagramă două tipuri de soluţii solide. Mulitul metastabil cu mai puţin de 60% Al_2O_3 cristalizează doar din lichid.

Deşi unele cărţi de diagrame americane şi sovietice au fost modificate pe baza acestor ultime date, discuţia asupra congruenţei sau incongruenţei topirii mulitului nu este încă încheiată.

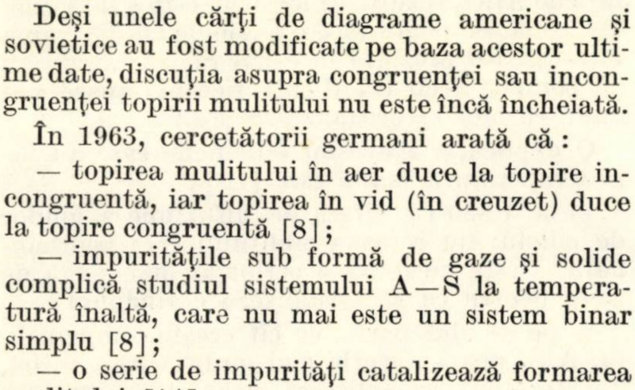
În 1963, cercetătorii germani arată că:

— topirea mulitului în aer duce la topire incongruentă, iar topirea în vid (în creuzet) duce la topire congruentă [8];

— impurităţile sub formă de gaze şi solide complică studiul sistemului A—S la temperatură înaltă, care nu mai este un sistem binar simplu [8];

— o serie de impurităţi catalizează formarea mulitului [14];

Fig. 6



— solidificarea marilor cantităţi de mulit — blocuri — a căror concentraţie de SiO_2 este mai mare în centrul blocului, se explică doar prin topire şi solidificare incongruentă [15];

— studiindu-se cu microscopul echilibrul la temperatură înaltă al mulitului, s-a arătat că datele optice corespund mai bine formulei A_2S decît formulei A_3S_2 şi că compusul A_3S_2, practic, nu are semnificaţie. Mulitul, deci, topeşte incongruent la 1 880°C în corindon şi o topitură.

S-a mai dovedit apariţia în sistemul A—S, la temperaturi înalte, a unei licuaţii metastabile [16], ceea ce schimbă cîmpurile de delimitare mulit-corindon din diagrama binară sau ternară.

Se prezintă pe baza unora din aceste date o diagramă recentă cu topirea incongruentă a mulitului şi domeniul de cristale mixte (fig. 7).

După cum afirmă Toropov şi Eitel [11, 17], *diferenţa în interpretarea topirii congruente sau incongruente a mulitului constă în mecanismul răcirii*. Totdeauna, la răcire lentă apare corindon liber în agregatele cristaline de mulit. În cazul răcirii rapide de la temperatura înaltă apare „schmeltzmulit", care are procent variabil de Al_2O_3 şi poate fi reprezentat ca o soluţie solidă între A_3S_2 şi A_2S.

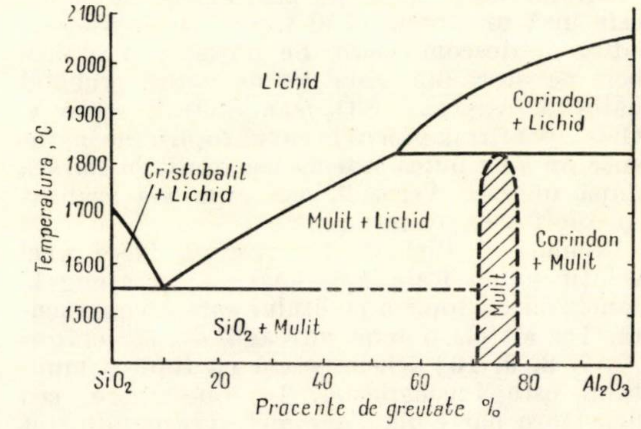


Fig. 7

În ceea ce priveşte soluţiile solide, a fost determinată, în primul rînd, diferenţa dintre AS şi A_3S_2, prin spectroscopie X şi în infraroşu, stabilindu-se cu precizie diferenţe ale unor parametri şi constante ale reţelei. Se poate afirma că se pot face deosebiri între cele două tipuri de cristale. S-au stabilit şi caracteristicile unor compoziţii de mulit cu Fe, Ti şi alţi ioni străini. Astfel, aşa-numitul mulit II, care se obţine în refractarele de şamot, are formula: 28,4% SiO_2, 67,1% Al_2O_3, 3,5% Fe_2O_3 şi 1,0% TiO_2, iar TiO_2 şi Fe_2O_3 rămîn în reţea chiar după atacul cu HF.

S-a arătat [18, 19] că structura cristalină a mulitului este foarte apropiată de cea a silimanitului.

Între mulitul A_3S_2 şi mulitul A_2S, studiile experimentale arată că, o dată cu creşterea procentului de silice, creşte şi apropierea structurală faţă de AS. Nu se exclude deci, teoretic, o soluţie solidă AS—A_3S_2. Această soluţie solidă, însă, n-a fost dovedită experimental.

În cadrul domeniului de cristale mixte A_3S_2 — A_2S menţionat mai sus, care diferă de domeniul stabilit de Aramaki şi Roy în 1962, gradul de substituţie Si—Al al soluţiei solide poate fi reprezentat prin formula :

$$Al\left[Si_{2-x}\ Al_x\ 0_{\frac{11}{2}-\frac{x}{2}}\right]$$

în care : $1,2 < x < 1,4$
$(A_3S_2) \quad (A_2S)$

Recent, Konopicky în cadrul unei investigaţii în sistemul binar A—S asupra unor cristale individuale A_2S crescute din topitură — prin topire cu electrozi — care sînt apoi pulverizate şi tratate termic în aer şi vid, arată că :

— la examinarea chimică, microscopică cu raze X şi infraroşii şi compararea după atomizare în aer şi răcire cu cristalele individuale crescute din topitură sau cu cristalele obţinute prin sinterizare, apare totdeauna un conţinut de SiO în cristalele crescute din topitură ; acest conţinut de SiO influenţează asupra parametrului reţelei şi asupra gradului de ordine al cristalului de mulit ;

— diagrama A—S peste 1 830°C nu este adevărat binară şi prezenţa SiO ar putea fi o explicaţie a controversei privind topirea congruentă sau incongruentă a mulitului ;

— prin încălzirea în curent de oxigen, conţinutul de SiO_2 descreşte de la 22,55 la 21,9% şi simultan constanta reţelei creşte pe direcţiile *a* şi *b*, rezultînd global o creştere de volum ; spectrele în infraroşu şi comportarea chimică, urmărită prin precipitarea de argint pe feţele atacate ale mulitului, demonstrează această afirmaţie.

II. STUDII TERMOCHIMICE

Au fost efectuate studii termochimice [20, 21, 22, 23, 24] pentru a se stabili posibilitatea urmăririi desfăşurării următoarelor reacţii de formare ale aluminosilicaţilor în sistemul :

1. $A + S \rightarrow AS$; AS — silimanit
2. $3A + 2S \rightarrow A_3S_2$
3. $3(AS_2) \rightarrow A_3S_2 + 4S$; (AS_2—) metacaolinit
4. $AS_2 \rightarrow AS + S$
5. $3AS \rightarrow A_3S_2 + S$

etc.

În toate cazurile, din calculul ΔH_{298} şi ΔG_{298} (alţi autori definesc energia liberă prin ΔF_{298} sau ΔZ_{298} ; este însă mai corectă definirea prin entalpia liberă ΔG_{298} a proceselor care au loc la presiunea constantă [25]) se arată că formarea mulitului este mai probabilă decît formarea silimanitului. Aprecierea posibilităţii reacţiei şi a stabilităţii compusului se face prin ΔG_{298} care reprezintă energia maximă (cal/mol), care se poate transforma în lucru mecanic, în anumite condiţii.

În cazul proceselor exoterme care decurg cu pierdere de energie, ΔG_T este negativ. Cu cît ΔG_T este mai negativ, probabilitatea de desfăşurare a reacţiei creşte. ΔG_T nu se măsoară direct, ci se calculează prin intermediul relaţiei :

$$\Delta G_T = \Delta H_T - T\,\Delta\,S_T.$$

ΔH_T se obţine din căldura de dizolvare în HF, iar ΔS este neglijabil în cazul sistemelor cristaline. Totuşi, pentru calcule corecte este necesar a se considera şi incrementul de entropie (ΔS_T).

Dizolvarea aluminosilicaţilor în acid fluorhidric este dificilă şi greoaie chiar la 70 — 75°C şi nu se pot asigura condiţii adiabatice. Pentru acelaşi motiv nu se folosesc nici calorimetrele izoterme.

Se cunosc date mai vechi ale ΔG ale metaaluminosilicaţilor, care prezintă însă unele incertitudini [26] :

$$\Delta G_{\text{silimanit}} = -45,95 \pm 3 \text{ kcal/mol}$$
$$\Delta G_{\text{andaluzit}} = -39,35 \pm 3 \text{ kcal/mol}$$
$$\Delta G_{\text{disten}} = -35,75 \pm 3 \text{ kcal/mol}$$

În comparaţie cu datele obţinute pentru silicaţii de calciu, valorile par a fi prea mari. Asemenea date au fost determinate şi pentru SiO_2 şi Al_2O_3. În acest ultim caz, valoarea ΔG a hidratului a fost extrapolată la $H_2O = 0$. Un alt mod de a trata stabilitatea compuşilor şi posibilitatea desfăşurării reacţiilor mai este : compusul cel mai stabil este compusul care prezintă cea mai mare căldură de reacţie cînd este format din constituenţi.

Există posibilitatea de a determina pe baza curbei $\Delta G = f\ (T)$ la presiune ordinară, că silimanitul cristalizează peste 1 200°K, însă peste 1 100°K, din caolinit se va forma totdeauna mulit şi nu silimanit, deoarece variaţia ΔG este mai mare pentru reacţia 3.

Stabilirea condiţiilor de existenţă a compuşilor din sistemul A—S pe baza calculelor de energie liberă în cadrul reacţiei 1 [27, 28] duce la rezultate, pentru compusul AS, cuprinse între 0 şi minus 10 kal/mol, valori mai puţin negative decît pentru reacţia 3, ceea ce indică o probabilitate mai mică de desfăşurare a reacţiei 1.

Reprezentarea grafică $\Delta G = f$ (potenţialul ionic : r/n, în care r este raza ionică şi n sarcina electrică a ionilor) defineşte precis limitele de valori ale diferitelor energii libere de formare a silicaţilor, carbonaţilor şi sulfaţilor diferiţilor cationi (fig. 8) [27].

Se remarcă faptul că $\Delta G_{Al_2SiO_5} < \Delta G_{Ca_3SiO_5}$, în valoare absolută, deci că silicaţii de calciu se formează mai uşor decît silicaţii de aluminiu.

Studiul termodinamic al deshidratării argilelor pleacă de la studierea căldurii de des-

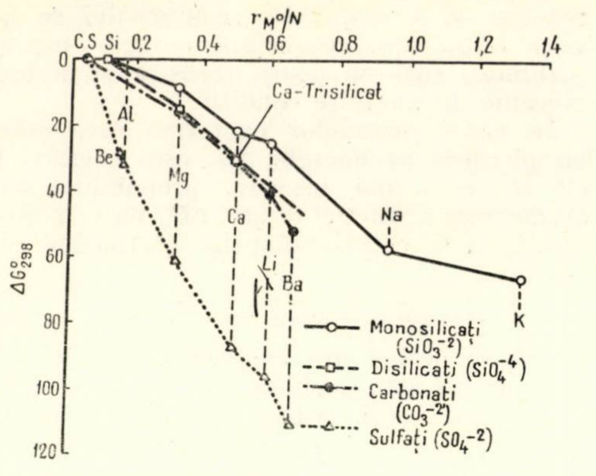


Fig. 8

hidratare, care se află prin integrarea grafică [29] a ecuației : $(\Delta H/C_s)$, $(df/dt) = (dy/dt) + A\,(y-y_s)$, în care :

C_s este capacitatea calorică a mostrei și a creuzetului ;
y — temperatura diferențială ;
y_s — temperatura diferențială limită;
df/dt — viteza transformării determinată experimental ;
A — panta curbei $y - y_s/t$.

Rezultă : ΔH (căldura de deshidratare) = 3—11 cal/g argilă.

Prin altă metodă [11] se găsesc valori mai mari : 70—115 cal/g argilă și 40—186 cal/g argilă. Pe baza acestor date ale căldurii de deshidratare, din nefericire încă nesigure, se pot efectua studii cinetice.

În cazul studierii efectelor termodinamice ale reacțiilor de temperatură ale caolinitului s-a încercat mai întîi a se determina mărimea efectelor endoterme și exoterme (trei efecte exoterme) [30, 31]. Date mai vechi atestă valori cuprinse între 95 și 100 kcal/g și respectiv 15—16,5 kcal/g.

Studiindu-se termochimic reacțiile :

$$A + 2S \rightarrow AS_2 + 161 \text{ kcal/mol}$$
$$AS_2 \rightarrow A_3S_2 + 179 \text{ kcal/mol},$$

s-a stabilit, prin diferență, căldura de formare a metacaolinitului din caolinit = 18 kcal/mol. Această valoare reprezintă căldura efectului exoterm de temperatură înaltă.

Mcedlov—Petrosian a găsit valoarea 1,5 kcal/g = 335 kcal/mol pentru primul efect exotermic adică o zecime din vechea valoare. Marea energie de activare a reacției: $3\,\gamma\,A + 2S \rightarrow A_3S_2$, presupusă a fi 200 kcal/mol, este parțial responsabilă de această diferență. Se găsesc calculate de către Mcedlov—Petrosian și colaboratorii [21] suficiente date ale ΔG și ΔH pentru o serie de reacții tipice de formare ale aluminosilicaților. Se poate afirma, pe baza acestor calcule, că, plecînd de la oxizi, formarea A_3S_2 este preferată formării AS, cu formare de faze intermediare nestoechiometrice. Plecînd de la metacaolinit, formarea silimanitului este preferată cînd Al_2O_3 este în cantitate mică, pe cînd cantități mai mari de Al_2O_3 favorizează cristalizarea mulitului.

Se prezintă grafic (fig. 9) energiile libere ale reacțiilor. Numerele indicate în figură reprezintă reacțiile posibile prezentate anterior.

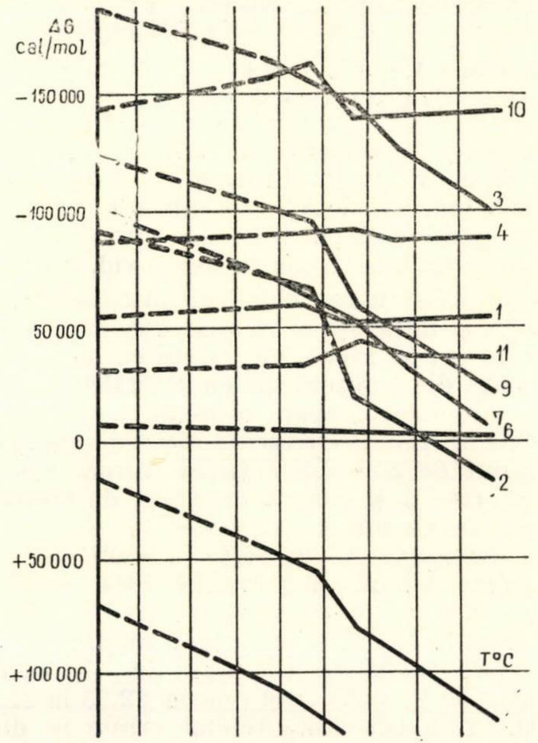


Fig. 9

Ca o critică ce se aduce acestei tratări termodinamice a reacțiilor de temperatură, de formare a aluminosilicaților [32] este că nu sa ia în considerare cinetica reacției, formaree compușilor nestoechiometrici (soluții solide), calculele fiind obținute exclusiv pe bază de formule chimice și deci neputîndu-se trata aceeași problemă legată de formula mineralogică. De altfel, aceste carențe sînt recunoscute chiar de Budnicov și Mcedlov-Petrosian [30].

III. FORMAREA MULITULUI PRIN DEHIDROXILAREA CAOLINITULUI ȘI A ALTOR MINERALE ARGILOASE

Studii importante au fost efectuate de Brindley și Nakahira [33]. S-a verificat faptul că reacția cinetică a dehidroxilării este de ordinul 1 și în concordanță strictă cu relația Arrhenius. În studiile anterioare apăreau unele discordanțe [34], care erau determinate de influențele de formă, dimensiune și pachetare a straelor. Aceste condiții au fost păstrate constante sau variate individual pentru a se putea influența și urmări acțiunea diferiților factori asupra energiei de activare. Brindley și Nakahira au găsit că inversul constantei vitezei de reacție este proporțional cu grosimea discurilor probei. Această legătură se poate exprima prin relația : $1/k = a + bx$, în care x reprezintă grosimea discurilor. Pentru $x = 0$ se găsește viteza de reacție pentru un specimen infinit de subțire. Entalpia de activare este, în acest caz, pentru caolinit 65 cal/mol și halloizit (care are un grad de ordine mai scăzut față de caolinit) 55 cal/mol.

Figura 10 reprezintă grafic procentajul dehidroxilării caolinitului la 477°C (curba *A*), al halloizitului la 467°C (curba *B*) și al anauxitului la 467°C (curba *C*). Anauxitul cristalin, care poate fi considerat și caolinit macrocristalin, prezintă o curbă de deshidratare de tip sigmoidal, în timp ce caolinitul și halloizitul, minerale argiloase cu granule fine, prezintă curbe exponențiale.

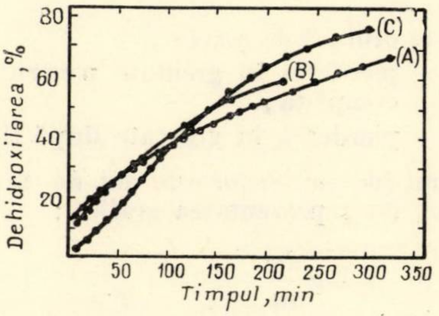


Fig. 10

Figura 11 dovedește ordinul I al reacției de dehidroxilare după ecuațiile : $-dw/dt = Kv$ și integrînd : $\ln (w/w_0) = -Kt$, în care w este cantitatea de material nereacționat, dw/dt — viteza pierderii în greutate și w_0 — masa inițială de material care a reacționat. Se consideră pierderea maximă în greutate pentru w_0 ($w_{0\ \mathrm{ideal}} = 13{,}5\%$; $w_{0\ \mathrm{caolinit}} = 14{,}19\%$ caolinitul uscat la 110°C ; $w_{0\ \mathrm{halloizit}} = 14{,}17\%$ halloizitul uscat la 350°C).

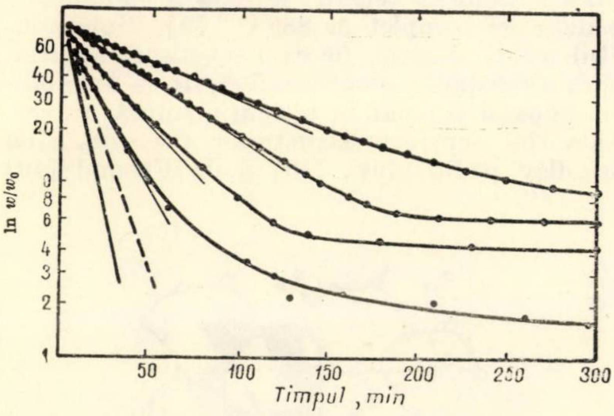


Fig. 11

Pentru caolinit la 497°C, pe discuri de diferite grosimi (0,38—2,68 mm), liniaritatea apare doar în prima parte a dehidroxilării, după care apare staționaritatea procesului.

Figura 12 prezintă dependența $1/K$ de grosimea discului. Doar pentru discul $x = 0$ (curba *a*) apare o relație liniară între cele două variabile, pentru caolinit (fig. 13). Curbele *b*—*e* corespund unor mostre de discuri cu grosimi cuprinse între 0,5 și 2 mm. Curba *M* &*W* corespunde datelor mai vechi ale lui Murray și White [34].

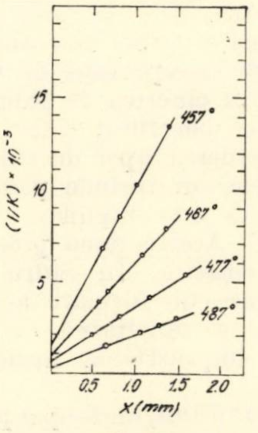


Fig. 12

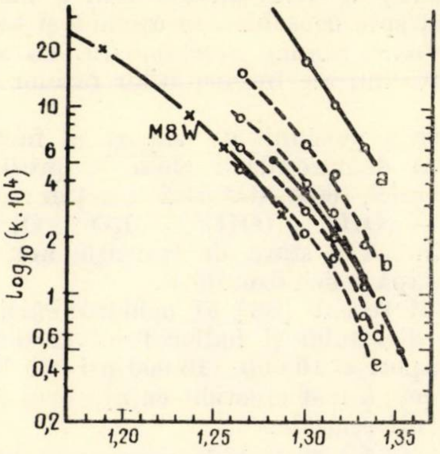
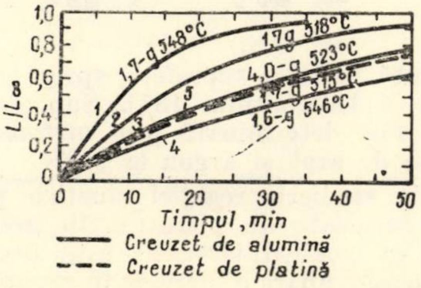


Fig. 13

Influența diferiților factori asupra cineticii de reacție a dehidroxilării a fost semnalată și în alte studii [35], care scot în evidență efectele de temperatură, de compactare în pastile și chiar ale creuzetului în care se desfășoară reacția (fig. 14). $L/L\infty$ derivă din ecuațiile :

Fig. 14



$dL/dt = K(L\infty - L)$ și după integrare : $\log (L\infty - L)/L = -0{,}4343\, kt$, în care : dL/dt este viteza pierderii în greutate (grame/secundă), L — pierderea în greutate la un anumit timp t și $L\infty$ — greutatea totală a apei combinate în mostră.

Partea ultimă a curbei de deshidratare a caolinitului a fost interpretată de Oishi [în 35] ca fiind o reacție cinetică de ordinul II.

Explicîndu-se teoretic dehidroxilarea, se arată [33] că pierderea apei de către cristale pe cele trei dimensiuni trebuie privită prin apariția nucleilor de descompunere și împrăștierea lor la distanță. Aceste două procese caracterizează reacția cinetică. În cadrul reacției de ordinul I, viteza de formare a nucleilor este proporțională cu cantitatea de material nereacționat și împrăștierea nucleilor este rapidă.

În cazul anauxitului, unde apar particule mari, etapa inițială accelerată, cînd apar primii nuclei, este urmată de o încetinire a reacției de dehidroxilare.

Studiindu-se cu raze X rețelele dehidroxilate, se observă, în cazul anauxitului, o micșorare de rețea, spre deosebire de caolinit și halloizit, unde rețeaua rămîne neschimbată. La anauxit apar alte linii ale intensităților razelor difractate.

Influența presiunii de vapori ca factor activant al dehidroxilării chiar la presiuni de vapori mici, este datorită reacției : $OH + OH \rightarrow (OH)^x + (OH)^x = H_2O + O$, în care $(OH)^x$ indică o stare de tranziție activată în prima etapă a dehidroxilării.

Studiul recent [36] al dehidroxilării caolinitului, dickitului și halloizitului la o presiune de vapori = 10 000—15 000 psi (un kgf/cm² = 14,5 psi) a fost efectuat cu ajutorul analizei termice diferențiale.

În intervalul de deshidratare, mineralele argiloase se pot caracteriza și dilatometric.

În timpul calcinării variază totodată și suprafața mineralelor argiloase. În figura 15 se prezintă variația suprafeței specifice a caolinitului și halloizitului [37]. Suprafața specifică a fost determinată prin metoda BET : absorbție de azot și argon la 90°K.

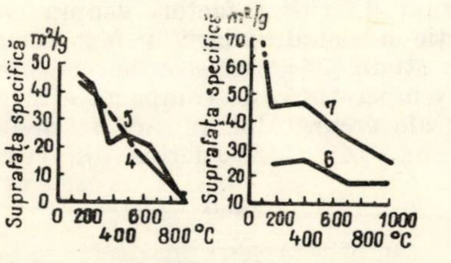


Fig. 15

Metoda studierii reacției cinetice pe baza datelor furnizate de pierderea în greutate a mostrei în condiții izoterme este discutabilă [32], deoarece apare o pierdere în greutate pînă cînd întreaga mostră atinge temperatura dată. Se recomandă, pentru evitarea acestor carențe, metodele dinamice, cum ar fi analiza termică diferențială. Sînt însă indispensabile calcularea capacității calorice a mostrei și definirea precisă a momentului de începere a reacției. Este recomandată o metodă termogravimetrică dinamică. Pentru calcul se folosește formula :

$$\frac{\dfrac{-E}{2{,}3\,R}\,\Delta T^{-1}}{\Delta \log\,(w_c - w)} = x + \frac{\Delta \log \dfrac{dw}{dt}}{\Delta \log\,(w_0 - w)}\;;$$

în care :

x este ordinul de reacție ;

w_0 — pierderea în greutate pentru reacția completă ;

w — pierderea în greutate după timpul t.

Termenul $(w_c - w)\; dw/dt$ este dat de termogravimetrie, iar reprezentarea grafică :

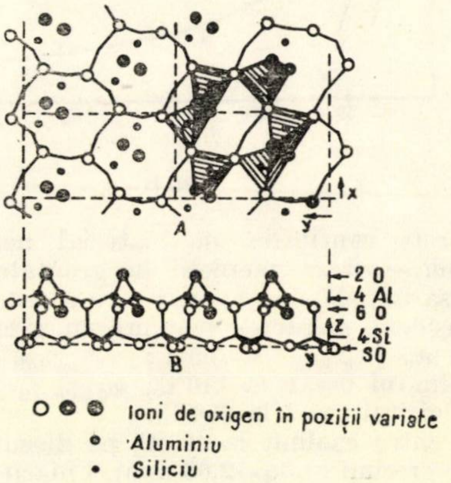
$$\frac{\log \dfrac{dw}{dt}}{\log\,(w_c - w)} \Big/ \frac{T^{-1}}{\log\,(w_c - w)}$$

este o linie dreaptă, care permite ușor definirea ordinului de reacție și a energiei de activare. Cu o asemenea metodă a fost determinat $E_{\text{caolin}} = 37{,}8$ kcal/mol, care pare a fi cea mai exactă valoare [32].

Prin încălzire, caolinitul trece la metacaolinit la 500°C, particulele descrescînd în mărime. Ca rezultat, apare un grad mărit de dezordine în rețea. Linii noi nu se disting în spectrul X. După unii autori [38], la difracția electronică apare un oarecare grad de ordine.

S-a stabilit că rețeaua inițială a caolinitului se distruge complet la 885°C [39]. Metacaolinitul a fost descris, fie ca o substanță amorfă, fie ca o substanță semicristalină, fie ca un amestec de oxizi și chiar ca o soluție solidă. Interesante sînt schemele structurale prezentate de Brindley și Nakahira [33] și de Freund [40] (fig. 16).

Fig. 16



În schema lui Freund se reliefează diferenţa de densitate a pachetării de către ionii de oxigen a tetraedrilor şi octaedrilor. În produsul rezultat, la peste 950°C, stratele de tetraedri şi octaedri se rup. Produsul final poate fi comparat cu structura tip spinel propusă de Brindley şi Nakahira, ca fază intermediară între metacaolinit şi mulit ($Si_8Al_{10\frac{2}{3}}O_{32}$).

Structura detaliată prezentată de Brindley şi Nakahira scoate în evidenţă şi explică alegerea formulei tip spinel susmenţionată. Structura spinelică prezintă opt atomi de siliciu în opt tetraedri şi $10 \times \frac{2}{3}$ ioni aluminiu distribuiţi statistic în 16 octaedri. Tetraedrii de SiO_4 sînt distorsionaţi şi $c = 6{,}3$ Å. Oxigenii sînt împărţiţi în trei poziţii : un oxigen pe celulă elementară, doi oxigeni pe celulă şi şase oxigeni pe celulă (fig. 16).

Intervalul de stabilitate al fazei spinelice : 925–1100°C. Formula simplificată : $Al_4Si_3O_{12}$. Forma spinelică nu trebuie confundată în studiile de structură cu γAl_2O_3 cubică.

Reacţiile de formare a compuşilor în timpul dehidroxilării, după Brindley, sînt prezentate în tabela 1.

Al treilea efect exoterm (1 200–1 400°C), relativ puţin distinct pe curbele de analiză termică diferenţială, este atribuit, fie recristalizării SiO_2 amorf în cristobalit, fie formării mulitului din reacţia $S + \gamma A$, fie formării AS, fie formării SiO.

Mineralizatorii în cantităţi de 1% introduşi sub formă de săruri de calciu, nichel, cobalt, magneziu, fier, litiu, staniu, mangan sau oxizi de titan grăbesc formarea mulitului, mulitizarea începînd la o temperatură mai scăzută şi mărindu-se cantităţile finale de mulit. Mulitul se prezintă sub mai multe forme, din care s-a prezentat mai înainte mulitul II. Mulitul convenţional este denumit şi mulit I sau mulit B.

Reacţiile de temperatură ale caolinitului puse în evidenţă prin contracţie au fost studiate de mai mulţi cercetători [41, 42, 43].

Nazarenko şi Razumova [44] au găsit că mulitul nu apare numai din caolin, dar şi în zona de contact între topitura de feldspat şi caolinit.

Mulitul apare în mari cantităţi în procesele tehnologice în perioadele de încălzire şi ardere şi foarte puţin în perioada de răcire [45].

Într-un studiu recent asupra produselor care iau naştere prin arderea argilelor refractare la temperatură înaltă [46] se scoate în evidenţă importanţa procesului de răcire asupra constituenţilor mineralogici ai argilei arse. Dacă cantitatea de mulit nu este afectată de tipul răcirii, procentul de cristobalit care apare variază în limitele 5–8%, în funcţie de tipul răcirii. Se mai indică în acelaşi studiu şi marele procent de fază lichidă care apare în argilă la temperatură înaltă, precum şi schimbarea compoziţiei fazei lichide cu creşterea temperaturii (îmbogăţire în SiO_2).

★

Se poate afirma, în concluzie, că deşi studiile echilibrelor termice şi termochimice în sistemul $Al_2O_3-SiO_2$ nu sînt complet edificate, existînd încă unele contradicţii, totuşi ele pot fi folosite cu succes pentru determinarea posibilităţilor de desfăşurare a unor reacţii şi a domeniului de temperatură optim.

Studiile privind formarea acestui aluminosilicat din caolinit şi alte minerale argiloase aduc un aport deosebit pentru elucidarea problemelor practice şi de cercetare ştiinţifică legate de formarea mulitului.

Tratările şi consideraţiile teoretice schiţate în acest studiu trebuie cunoscute şi fructificate de specialişti, pentru conducerea ştiinţifică a proceselor de fabricaţie a maselor ceramice binare şi chiar cu mai mulţi componenţi.

Tabela 1

Reacţiile de temperatură ale caolinitului

Temperatura	Tipul reacţiei	Reacţia	
500°C	endo	AS_2H_2 ($Al_2Si_2O_8H_4$) caolinit	→ $AS_2(Al_2Si_2O_7)$ metacaolinit
925–950°C	exo I (prima treaptă de difuziune a SiO_2)	$2(Al_2Si_2O_7)$ metacaolinit	→ $Al_4Si_3O_{12}+SiO_2$(Cr*) fază spinelică
1 050°C	exo II (a doua treaptă de difuziune a SiO_2)	$Al_4Si_3O_{12}$ fază spinelică	→ $2(Al_2SiO_5)+SiO_2$(Cr*) fază tip mulit
1 200–1 400°C	exo III (a treia treaptă de difuziune a SiO_2)	$3(Al_2SiO_5)$ fază tip mulit	→ $Al_6Si_2O_{13}+SiO_2$(Cr*) mulit

* Cr. = cristobalit.

Bibliografie

[1] Toropov N.A., Galahov F. Ia.: Izv.Akad.Nauc. S.S.S.R. O.H.N. vol 2, 1958
[2] Budnicov P.P., Treswjatschi S.G.: Silikat Tech. vol 12, 1961.
[3] Barta R., Barta C.: Zhur. Priklad. Khim. vol 29, 1956.
[4] Bauer W.H., Gordon I., Moore C.H.: J. Am. Ceram. Soc. vol 33, 1956
[5] Neuhaus A., Richartz W.: Keram. Z. vol. 9, 1957; Ber.deut. Keram. Ges, vol. 35, 1958.
[6] Trömel G., Obst C.H., Konopicky K., Bauer H., Patzak I.: Ber. deut.Keram. Ges. vol 34, 1957.
[7] Shears E. C., Archibald W. A.: Transactions Iron and Steel Institute, vol 27, 1954.
[8] Konopicky K.: Bull.soc.franc.ceram. nr. 33, 1956.
[9] Gelsdorf G., Müller–Hesse H., Schwiete H.E.: Arch. Einsenhüttenw, vol 29, 1958
[10] Filonenko N.E., Lavrov I.V.: Dokl.Akad.Nauk S.S.S.R. vol 78, 1951.
[11] Eitel W.: *Silicate Science*, Ed. Academic Press, New York–London, 1965
[12] Müller–Hesse H.: Ber.deut.Keram.Ges. vol 40, 1963.
[13] Aramaki Sh., Roy R.: J.Am.Ceram.Soc. vol 42, 1959, vol. 45, 1962.
[14] Kiehl J.P.: Ber. deut. Keram. Ges. vol 40, 1963.
[15] Müller R.H.: Ber.deut.Keram. Ges. vol 40, 1964.
[16] Galahov F. Ia: Isv.Akad.Nauc. S.S.S.R. seria Humia, vol 8, 1964.
[17] Toropov N.A., Barzacovici V.P., Lapin V.V., Curțeva N.: *Diagramî sostoienia silicatnîh sistem*, Spravocinic, Moskva–Leningrad, Izdatelstvo Nauca, 1965
[18] Durovic S.: Cristalografia vol 7, 1962, Ber.deut.Keram.Ges., vol 40, 1963.
[19] Welch J.H.: Nature, vol 186, 1960.
[20] Budnicov P.P., Mcedlov–Petrosian O.P.: Silikat Tech., vol 9, 1958.
[21] Avgustiniuk A.I., Mcedlov–Petrosian O.P.: Zhur. Priklad. Khim. vol. 25, 1952.
[22] Mcedlov–Petrosian O.P.: Dokl.Akad.Nauk. S.S.S.R. vol 74, 1950.
[23] Wahl F.M., Grimm R.E., Graf R.B.: Am. Mineralogist vol 46, 1961.
[24] Schwiete H.E., Ziegler G.: Tonind. –Ztg.u.Keram. Rundschau, vol 80, 1956.
[25] Erdey–Gruz T., Schay G.: *Chimie fizică teoretică*, București, Ed. tehnică, 1957.
[26] Klever E., Korde E.: Glastech. Ber. vol 7, 1929.
[27] Flood H., Knapp W.J.: J. Am. Ceram. Soc. vol 40, 1957.
[28] Haskell R.W., De Vries R.C.: J.Am. Ceram. Soc. vol 47, 1964.
[29] Allison E.B.: Silicate inds., vol 19, 1954.
[30] Cohn W.M.: J.Am.Ceram.Soc. vol 7, 1924.
[31] Mc. Gee E.A.: J.Am.Ceram.Soc. vol 9, 1926.
[32] Grofsik J.: *Mullite – its structure, formation and significance*, Budapest, Ed. Akademiai Kiado, 1961.
[33] Brindley G.W., Nakahira N.: J.Am.Ceram.Soc. vol 42, 1959.
[34] Murray P., White J.: Trans.Brit.Ceram. Soc. vol 48, 1949; vol 54, 1955.
[35] Evans J.L., White J.: in *Kinetic of high temperature processes*, sub redacția Kingery W.D., New York, Ed. John Wiley Inc. London, Chapman and Hall Ltd.
[36] Weber J.N., Roy R.: J.Am.Ceram.Soc. vol 48, 1965.
[37] Freeman E.S., Carol B.: J.Phys.Chem. vol 62, 1958.
[38] Roy R., Roy D.M., Francis E.E.: J.Am.Ceram.Soc vol. 38, 1965.
[39] Bergdahl T.K.: Trans. Chalmers Univ. Technol. Gothenburg, nr. 294, 1964.
[40] Freund F.: Ber.deut.Keram.Ges. vol 37, 1960, Naturwissenschaften. vol. 46, 1959.
[41] Juhasz Z.: Epitöanyag, vol 12, 1960.
[42] [illegible] A.A.: Trans.Intern.Ceram.Congr., London, 1960.
[43] Cervinski N.N.: Keram.Sbornik., vol 14, 1941.
[44] Nazarenko E.F., Razanova V.L.: Trudi Inst. stroitel i stroitel materialov, Akad.Nauk.Kazakh. S.S.R., 1959.
[45] Hamano K.: Yogyo Kyokai Shi, vol 67, 1959.
[46] Mc Gee Th.D.: J.Am.Ceram.Soc. vol 49, 1966.

CRONICĂ

Probleme actuale ale betonului precomprimat în discuția simpozioanelor F. I. P. de la Madrid

(IV)

Ing. L. Löbel

6. INFLUENȚA TEMPERATURILOR EXTREME ASUPRA PROPRIETĂȚILOR OȚELURILOR PRETENSIONATE – raportor general I. Behar (Franța)

a) *Influența temperaturilor scăzute asupra relaxării și fragilității oțelului*

În ceea ce privește relaxarea oțelurilor, pe baza experimentărilor efectuate, De Strycker, Dumas și Iwata sînt unanimi în a considera că ea este neglijabilă la temperaturi sub 0°C.

Experimentările privind fragilitatea oțelurilor la temperaturi negative au dus la următoarele concluzii:

— pînă la — 20°C, indiferent de calitatea oțelurilor, nu se constată nici o influență asupra fragilității (încercările lui De Strycker și Dumas);

— încercările efectuate de „Tréfilerie et Cablerie de Bourg et de Havre" (TCBH) pe oțeluri trefilate, între +20°C și −150°C, nu au pus în evidență nici o influență asupra fragilității;

— încercările raportate de Dumas pe sîrme călite în baie și pe oțeluri trefilate, temperate la temperaturi de — 40°C, au arătat că această temperatură nu are nici o influență asupra rezistenței de rupere și limitei de elasticitate, dar — deși alungirea la rupere păstrează o valoare apreciabilă — stricționarea foarte redusă dovedește fragilitatea oțelurilor;

— Sleigh a încercat sîrme trefilate, temperate și toroane (Ø 1/2") la o temperatură de −196°C, fără a remarca o fragilizare sensibilă, stricționarea reducîndu-se de la 40% la 30%.

În concluzie, raportul afirmă că temperaturile scăzute reduc ductilitatea oțelurilor, care rămîne însă suficient de mare pentru a permite utilizarea la betonul precomprimat.

b) *Influența temperaturilor înalte și a ciclurilor de tratament asupra fenomenelor de fluaj și de relaxare a oțelurilor.*

Toți cercetătorii semnalează efectul accelerator al temperaturii asupra celor două fenomene.

Astfel, Dumas arată creșterea sensibilă a relaxării: la 100°C se constată o reducere a tensiunii de patru ori mai mare decît cea măsurată la 40°C, pentru o durată de 120 minute.

De Strycker a efectuat încercări pe sîrmă călită în ulei tensionată la un efort inițial $\sigma_0 = 102{,}5$ kg/mm^2 obținînd — în funcție de temperatură — o reducere de 3% a tensiunii după următoarele intervale de timp:

— la 20°C, după $2{,}5 \times 10^5$ minute;
— la 40°C, după $8{,}6 \times 10^3$ minute;
— la 60°C, după $8{,}5 \times 10^2$ minute;
— la 80°C, după 8×10 minute;
— la 100°C, după $1{,}2 \times 10$ minute.

În primă aproximație, se consideră că intervalul de timp pentru a se realiza o reducere de 3% a tensiunii se reduce de zece ori pentru fiecare creștere cu 20°C a temperaturii.

Atît De Strycker, cît și Dumas consideră însă că nu trebuie făcută greșeala de a transpune direct rezultatele încercărilor de relaxare a oțelurilor la temperaturi ridicate în calculul pierderilor de tensiune specifice la elementele de beton precomprimat.

În această direcție, De Strycker arată că, în timp ce la încercări se face întîi încălzirea și apoi pretensionarea oțelurilor, în realitate lucrurile se petrec invers, iar încălzirea intervine după un oarecare interval de timp de la pretensionare.

Dumas afirmă — în legătură cu un cheson nuclear la care temperatura de exploatare variază între 40° și 60°C — că mărimea relaxării efective va fi de cinci ori mai mică decît cea determinată în laborator ca urmare a faptului că creșterea temperaturii are loc după o perioadă de timp relativ lungă, după ce a avut loc scurtarea betonului.

Iwata a măsurat temperatura sîrmelor înglobate într-un beton supus etuvării și în cazul în care peste beton se execută o îmbrăcăminte de asfalt: în ambele cazuri el a apreciat că temperatura sîrmei a fost de 65°C, pentru care a constatat o relaxare suplimentară reprezentînd 2—3% din tensiunea inițială.

Prin încălzirea repetată a unor sîrme tensionate (la diferite temperaturi și diferite niveluri de tensiune), Dumas a pus în evidență posibilitatea de a se obține oțeluri practic complet stabilizate din punctul de vedere al relaxării pe întreg intervalul de variație a temperaturii și tensiunii utilizat la tratament.

Fenomenele raportate de Dumas au format și obiectul studiilor efectuate de Nakagawa (pe sîrme Ø 5 mm temperate sub tensiuni de 0,6—0,8 σ_r și la temperaturi între —50°C și +50°C), precum și de Behar (în legătură cu producția tuburilor de beton precomprimat). Procedeul a fost chiar utilizat de firma Somerset, care încălzește sîrma întinsă la un efort egal cu 0,5 σ_r la o temperatură de 300°C.

c) *Influența temperaturilor înalte asupra caracteristicilor de rezistență și alungire a oțelurilor.* Prin încercări la temperaturi de 20—500°C, respectiv 100—800°C (temperatură apropiată de cea realizată în cazul unui incendiu) pe sîrme trefilate, temperate, cu diametrul de 5 mm, Tomioka a constatat creșterea alungirii la rupere o dată cu creșterea temperaturii.

Din încercările efectuate de Dumas pe sîrme temperate sau călite în baie, cu diametrul de 7 mm, a rezultat că la creșterea temperaturii corespunde — pe lîngă o reducere a limitei de proporționalitate și a rezistenței de rupere — și o reducere a alungirii la rupere.

Discordanța dintre cele două rezultate se datorește — se pare — condițiilor de experimentare. Tomioka a măsurat alungirea la rupere pe o lungime incluzînd și zona stricționată (care crește într-adevăr foarte mult o dată cu creșterea temperaturii), în timp ce Dumas a efectuat măsurătorile în afara acestei zone.

Un aspect interesant a apărut cu ocazia încercărilor efectuate pentru Dumas la laboratorul din Liège : o sîrmă avînd rezistența de rupere de 169,7 kg/mm^2 a fost întinsă la o temperatură de 20°C, pînă la un efort de 155 kg/mm^2 (0,92 σ_r), ceea ce a corespuns unei alungiri de 0,82% ; apoi, păstrîndu-se lungimea epruvetei constantă, s-a ridicat temperatura la 300°C, după care s-a ridicat tensiunea din nou la 155 kg/mm^2 fără ca epruveta să se rupă, deși la încercările de întindere efectuate separat la temperatura de 300°C ruperile avuseseră loc la o tensiune de numai 90,1—95,5 kg/mm^2.

Ținînd seama că, în cazul unui incendiu, modul de solicitare a sîrmei pretensionate este diferit de cel utilizat pînă în prezent, pentru stabilirea influenței combinate a celor doi factori (tensiune-temperatură) asupra rezistenței de rupere a oțelului, Dumas își propune efectuarea unor încercări în care unul din factori să rămînă constant (însă la diferite niveluri), în timp ce celălalt să crească treptat.

În încheierea raportului, se mai prezintă rezultatul încercărilor efectuate de Kordina în ceea ce privește rezistența la foc a unor grinzi de beton armat și de beton precomprimat : el a constatat că precomprimarea are efect defavorabil asupra acestei rezistențe.

7. REZISTENȚA LA OBOSEALĂ A OȚELURILOR PRETENSIONATE — raportor general R. Baus și A. Brenneisen (Belgia)

Utilizarea betonului precomprimat la lucrări feroviare și rutiere, la fundații de mașini, utilaje de ridicare și manipulare, la construcții maritime supuse la acțiunea valurilor sau — în anumite cazuri — la acțiunea vîntului, pune problema comportării și rezistenței acestor construcții la acțiunea încărcărilor repetate de un număr mare de ori, respectiv la oboseală.

Rezistența la oboseală a construcțiilor de beton precomprimat depinde în același timp de proprietățile individuale ale materialelor constituente, ca și de modul de punere a lor în operă și de condițiile la care sînt supuse. Condițiile de punere în operă pot avea o mare importanță, dar numeroșii factori sînt puțin studiați, așa că este greu a-i lua în considerație sau a-i modela.

Printre factorii care pot introduce diferențe între comportarea construcțiilor și cea a materialelor constituente se pot cita :

— aderența și modul cum evoluează ea în timpul vieții construcției ;

— starea de fisurare a construcțiilor care lucrează în exploatare cu fisuri ;

— diferența între solicitările reale și cele aplicate la încercarea materialelor, ca și influența repartiției reale a eforturilor și a eforturilor secundare ;

— condițiile de mediu (înghețul, prezența unor elemente corosive etc.) ;

— prezența unor puncte singulare ducînd la efecte de pană și la concentrări de eforturi, ca de exemplu fisuri accidentale, încrucișări de armături, puncte de sudură etc.

De asemenea, mai sînt și unii factori care au o acțiune favorabilă asupra comportării la oboseală a construcției, ca de exemplu redistribuirea plastică a eforturilor sau probabilitatea redusă de a se realiza coincidența zonelor celor mai solicitate cu cele de cea mai slabă rezistență.

În ceea ce privește rezistența la oboseală a armăturii pretensionate, raportul arată că — în prezent — nu se poate decît simplifica problema, schematizînd-o extrem de mult și studiind separat influența anumitor parametri.

În acest sens, un exemplu semnificativ îl constituie variația reală a încărcărilor : se consideră necesar ca să se culeagă date suficiente privind spectrele reale ale diagramelor încărcărilor la diferite tipuri de construcții, urmînd ca încercările ulterioare să se facă pe mașini cu program capabile să modeleze aceste spectre.

Se apreciază totuși că — în stadiul actual — rezultatele încercărilor clasice permit a se obține o serie de informații utile pentru compararea armăturilor, care constituie o bază permițînd alegerea celei mai indicate armături pentru fiecare tip de construcție, îmbunătățirea armăturilor și ancorajelor (prin eliminarea factorilor celor mai defavorabili pentru comportarea la oboseală) și stabilirea unei metode eficace de control al calității oțelurilor.

Se consideră necesar a se stabili cît mai repede o normă unificată pentru încercările la oboseală ale oțelurilor și a se stabili exigențele ce trebuie impuse.

Pe această linie se menționează proiectul de normă propus de comisia mixtă RILEM—FIP—CEB pentru încercarea la oboseală a diferitelor tipuri de armături pretensionate utilizate la beton precomprimat : sîrme netede sau amprentate, împletituri, toroane, vergele.

Conform acestui proiect de normă, rezultatele încercărilor — care se fac, fie pentru agrementarea unui nou oțel, fie pentru controlul calității ce trebuie garantată de producător — se pot da prin efortul maxim la care se produce ruperea la o anumită valoare a efortului minim și pentru un anumit număr de cicluri de încărcare sau prin numărul de cicluri corespunzător unor anumite valori pentru efortul maxim și pentru cel minim.

Rehm și Russwurm consideră că rezistența la oboseală este foarte sensibilă la un mare număr de defecte, astfel încît încercarea la oboseală constituie o metodă simplă și mai sigură decît încercările nedistructive pentru a verifica variațiile de calitate și defectele, ca și eventualele urmări ale coroziunii sau transportului necorespunzător.

În prescripții se prevede printre altele :

— Temperatura ambiantă, la care se admite o variație maximă de ± 2°C.

— Lungimea epruvetelor — care se încearcă fără nici o pregătire specială — trebuie să fie egală, la sîrme și vergele, cel puțin cu 100 diametre plus lungimea de ancorare în bacuri, iar la toroane cu cel puțin 8 ori pasul de înfășurare la care se adaugă lungimea de prindere în bacuri ; în toate cazurile însă, lungimea liberă între ancoraje trebuie să fie de cel puțin 1 000 mm.

— Frecvența de solicitare trebuie să fie mai mică decît jumătate din frecvența proprie a epruvetei în condițiile de încercare, evitîndu-se în orice caz încălzirea epruvetei ; în diferitele norme, această frecvență variază între 200—600 cicluri/minut (Belgia), 300—600 cicluri/minut (U.R.S.S.), 666—840 cicluri/minut sau frecvențe înalte (RFG), 1 000 cicluri/minut (Italia) și chiar 4 500 cicluri/minut (Japonia). Studiile experimentale au arătat că influența mărimii frecvenței asupra rezistenței la oboseală nu este semnificativă dacă ea este mai mică de 5 000 cicluri/minut și este favorabilă pentru frecvențe mai mari.

Pornind de la existența a diferite clase de beton precomprimat (definite conform recomandărilor FIP destul de asemănător cu clasificarea din STAS 8000 — 67), raportul arată interesul deosebit pe care-l prezintă estimarea, chiar foarte aproximativă, a posibilităților de utilizare a diferitelor tipuri de armături la fiecare clasă de beton precomprimat și de a adapta calitățile armăturilor la severitatea condițiilor impuse.

Notînd $\Delta\sigma = \sigma_{max} - \sigma_{min}$ se apreciază că

— la clasa I este suficient ca $\Delta\sigma$ să reprezinte 5% σ_r

— la clasa II este suficient ca $\Delta\sigma$ să reprezinte 10% σ_r

— la clasa III, limita suficientă pentru $\Delta\sigma$ se stabileşte în funcţie de limita admisă pentru deschiderea fisurilor α_f, respectiv :

12% σ_r pentru $\alpha_f = 0{,}1$ mm ;
18% σ_r pentru $\alpha_f = 0{,}2$ mm ;
24% σ_r pentru $\alpha_f = 0{,}3$ mm.

Pe baza curbelor Wőhler trasate pentru diferite valori ale raportului σ_{min}/σ_r se poate obţine o curbă care să marcheze mai precis valorile minime necesare pentru $\Delta\sigma/\sigma_r$ în funcţie de clasa betonului precomprimat şi de limitele ciclului de solicitare, pentru un anumit număr de cicluri n (de obicei egal cu 2×10^6).

În acest mod s-a efectuat o clasificare a oţelurilor din Belgia şi s-au comparat diferite oţeluri fabricate în U.R.S.S., Germania, Cehoslovacia, remarcîndu-se că majoritatea lor pot fi utilizate fără nici o restricţie la elemente de beton precomprimat de clasa I şi II.

În ceea ce priveşte condiţiile de solicitare impuse de diferite norme se citează :

— normele pentru construcţiile de cale ferată din Japonia prevăd $n = 10^6$ cicluri între $\sigma_{min} = 0{,}6\ \sigma_r$ şi $\sigma_{max} = 0{,}6\ \sigma_r + 10$ kg/mm², în care σ_r este rezistenţa de rupere medie garantată de producător ;

— normele franceze ASP prevăd în prezent încercarea la $n = 2 \times 10^6$ cicluri între $\sigma_{min} = 0{,}6\ \sigma_r$ şi $\sigma_{max} = 0{,}7\ \sigma_r$, intenţionîndu-se ridicarea limitei superioare la $0{,}8\ \sigma_r$;

— normele DIN 4227 (RFG) impun trasarea diagramei Smith pe baza a trei curbe Wöhler stabilite pentru σ_{max} egal cu σ admisibil, $\sigma_{0,2}$ şi pentru o valoare intermediară σ_i.

Se citează în continuare rezultatele încercărilor efectuate în R.F.G. (Rehm şi Russwurm), în U.R.S.S. (Gorodniţki şi Konevski), precum şi în Cehoslovacia, pe baza cărora s-au propus chiar relaţii de calcul pentru σ_{max} sau σ_{max}/σ_r în funcţie de raportul $\varphi = \sigma_{min}/\sigma_{max}$.

Un aspect interesant al problemei îl constituie dispersia rezultatelor, ţinînd seamă că, deoarece pentru un număr de cicluri de încărcare mai mare decît 10^6 rezistenţa la oboseală variază relativ puţin, este de aşteptat a se obţine dispersii importante.

Proiectul de normă RILEM—FIP—CEB prevede ca încercările să se facă pe 2—3 epruvete pentru fiecare palier de încărcare. Pentru a verifica apoi limita de oboseală stabilită în acest mod se poate :

— fie a se efectua o serie de 36 de încercări la nivelul acestei limite, definindu-se astfel dispersia pe numărul de încărcări corespunzător fiecărei probe, pînă la rupere ;

— fie a se repartiza seria de 36 de încercări în trei grupe de cîte 12, care se încearcă la nivelul limitei de oboseală stabilită pentru $n = 2 \times 10^6$, respectiv la nivelul acestei limite majorate şi minorate cu 2 kg/mm².

În orice caz, pentru încercările de control privind rezistenţa la oboseală se consideră indicat a se încerca cel puţin şase epruvete între limitele garantate.

Deşi nu se dispune decît de puţine studii statistice, se poate afirma că, pentru un nivel dat, distribuţia numărului de cicluri de încărcare este practic normală. Acest fapt a fost confirmat şi de un studiu experimental efectuat de Bó şi Leporati.

Un studiu statistic prezentat de U.R.S.S., în care se dau şi curbele pentru o probabilitate $P = 97{,}5\%$ şi $P = 99{,}9\%$ dă de asemenea o idee asupra variabilităţii limitei de oboseală.

Analizîndu-se dispersia S_n, se constată că ea corespunde unei dispersii S_{n1} specifice unui material fără defecte şi unei alte dispersii S_{n2} corespunzătoare unui material cu defecte microscopice. Se consideră că este practic imposibil a se încerca separarea celor două dispersii deoarece, pe de o parte, nu se cunoaşte limita pentru definirea unui defect, iar, pe de altă parte, mecanismul ruperii prin oboseală nu a fost elucidat pînă în prezent.

Printre defectele care pot mări dispersia S_{n2} şi care deci pot provoca ruperi premature, se citează :

— defecte de fabricaţie, cuprinzînd defectele de structură (de exemplu la oţelurile ameliorate, decarburarea sau reapariţia vechilor frontiere austenitice ale particulelor care pot duce la fragilizare în prezenţa coroziunii), defectele metalurgice (impurităţi sub forma incluziunilor, foarte periculoase dacă se localizează la suprafaţa oţelului), fisurile (cele mai frecvente, ca fisuri provenite fie din îndoire, fie din întindere) şi defectele provenind din tipul de nervură (ca urmare a unor concentrări de eforturi) ;

— defecte survenind după fabricaţie, datorite fie unor acţiuni mecanice (cu efecte foarte variabile şi care pot fi catastrofale în cazul producerii unor tăieturi), fie neomogenităţii create de coroziune (foarte periculoase, în special în cazul unei coroziuni catodice).

Încercările la oboseală permit depistarea unui mare număr de defecte — care altfel ar fi greu de sesizat — dar natura acestor defecte poate fi precizată numai prin cercetări ulterioare.

Pentru stabilirea, pe această bază, a unor criterii de calitate, Rehm şi Russwurm propun a se determina, pe un număr suficient de mare de epruvete, distribuţia numărului de cicluri pentru un singur nivel de încărcare, această distribuţie servind ca bază de referinţă pentru controlul statistic ulterior. Încercările de recepţie în momentul utilizării s-ar face astfel pe un număr redus de epruvete, determinîndu-se numărul de cicluri pînă la rupere : analiza statistică a acestor valori ar permite să se tragă concluzia dacă, pentru un prag de probabilitate admis, epruvetele aparţin distribuţiei de bază sau dacă a avut loc o degradare. Ar rămîne de stabilit — prin prescripţii — anumite valori limită care ar permite să se excludă oţelul ale cărui caracteristici au suferit diminuări de calitate prea importante.

În continuare se prezintă studiile efectuate de Warscheidt, Bazant şi Gorodnikţi şi Konevski pentru a analiza efectul diferitelor tipuri de amprente (respectiv profiluri) asupra rezistenţei la oboseală a oţelurilor. Warscheidt ajunge la concluzia că la vergelele laminate cu nervuri este esenţial a se asigura o rotunjire, care însă implică importante cheltuieli suplimentare ; Bazant — pe sîrme cu diametrul de 4,5 şi 5 mm cu amprente trapezoidale — şi Gorodniţki şi Konevski — pe sîrme cu diametrul de 5 mm cu amprente avînd un factor de concentrare $K_r \leqslant 1{,}36$ — au stabilit că amprentarea (în condiţiile experimentale) are practic o influenţă foarte redusă asupra rezistenţei la oboseală.

În ceea ce priveşte influenţa tratamentului termic, s-a constatat că rezistenţa la oboseală a sîrmelor trefilate este mai bună decît cea a sîrmelor laminate, ea fiind practic egală cu rezistenţa de rupere sub încărcare statică.

Dumas explică aceste rezultate prin faptul că la sîrmele trefilate particulele sînt orientate preferenţial, în sens longitudinal (ca urmare a trefilării), iar zonele decarburate (mai reduse la trefilare decît la laminare) sînt de asemenea orientate şi puţin profunde. Din contra, oţelurile laminate prezintă filoane de ferită care urmăresc suprafeţele de separaţie dintre particule şi ies perpendicular pe suprafaţă ; aceste filoane ating adeseori o adîncime de 20 microni, oferind o cale uşoară fisurilor cauzate de fenomenul de oboseală sau coroziune.

În cazul vergelelor sudate cap la cap, rezistenţa de rupere rămîne practic neschimbată, în timp ce limita de oboseală scade cu 20—30%, ruperile survenind în zonele vecine sudării.

Bó şi Leporati au studiat influenţa unei tensionări dincolo de limita elastică (deformaţie remanentă de 0,4%) a sîrmelor ; ei au găsit că prin această operaţie se ridică, nu numai limita elastică şi rezistenţa (statică) a oţelului, ci şi limita de oboseală, fapt explicat prin redistribuirea tensiunilor interioare care omogenizează caracteristicile sîrmei în secţiune. Din păcate însă, această operaţie accentuează, în acelaşi timp, neregularităţile superficiale de fabricaţie, ceea ce măreşte dispersia.

În legătură cu rezistenţa la oboseală a ancorajelor obţinute prin îngroşarea capetelor sîrmelor prin procedeul B.B.R.V., un interes deosebit îl prezintă noua formă de bulb—pusă la punct de aceeaşi firmă — care, mărind cu 50—80% secţiunea periculoasă de sub ancorajul propriu-zis, permite atingerea unei rezistenţe la oboseală net superioare.

Studii efectuate în U.R.S.S. şi în Belgia arată că la toroane cu diametrul de 4,5 — 15,2 limita de oboseală este sensibil inferioară celei a sîrmelor, unele din aceste tipuri de toroane acoperind abia la limită condiţiile impuse elementelor de beton precomprimat din clasa I. După Dumas, valorile reduse obţinute pentru limita de oboseală la toroane se datoresc faptului că sîrmele trefilate, cu fibrele orientate longitudinal, se comportă prost la torsiune alternată, marea răspîndire a rezistenţei atrăgînd ruperea treptată a sîrmelor. Încercările efectuate de Gorodniţki şi Konevski au pus în evidenţă faptul că ruperile firelor au loc în punctele de contact dintre sîrme, unde se produc concentrări de eforturi.

Se admite, în general, că aderența şi fisurarea sînt fenomene susceptibile să determine diferențe între limita de oboseală a unui oțel determinată pe epruvetă separată şi cea stabilită într-o grindă. Lipsa unor studii sistematice şi aprofundate în această direcție face să nu fie posibil a se trage concluzii mai generale.

Ruperile la oboseală ale grinzilor de beton precomprimat nu se pot, practic, produce decît după apariția fisurilor în beton, deoarece înainte de fisurare variația de efort sub solicitări este prea mică. Se deosebesc trei cazuri :

— armături neaderente (urmărind sau nu deformația grinzii) la care variația de efort $\Delta\sigma$ este mică, ea repartizîndu-se pe toată lungimea armăturii ;

— armături cu aderență foarte bună, la care variația de efort $\Delta\sigma$ este relativ foarte mare în dreptul fisurilor ;

— armături cu aderență moderată, la care variația de efort $\Delta\sigma$ se repartizează pe o zonă mai mare sau mai mică în jurul fisurilor, reducîndu-se astfel diferența față de zonele nefisurate alăturate.

18 încercări la oboseală efectuate pe grinzi cu armături cu aderență foarte bună (împletituri de sîrme), bună (toroane) şi medie sau slabă (fascicule injectate) au scos în evidență următoarele :

— comportarea a fost excelentă cît timp momentul încovoietor maxim a fost mai mic decît cel corespunzător apariției fisurilor ;

— comportarea a rămas bună chiar şi după ce momentul maxim a fost mai mare decît cel de fisurare la grinzile cu armături avînd aderența slabă sau moderată, constatîndu-se însă o reducere bruscă a limitei de oboseală la armăturile cu aderență bună şi foarte bună.

Autorul raportului observă că, înainte de a trage concluzia că îmbunătățirea aderenței duce la scăderea rezistenței la oboseală, este necesar a se verifica dacă această scădere nu se datoreşte comportării proprii la oboseală a armăturii, cunoscut fiind faptul că adeseori îmbunătățirea aderenței se obține în dauna rezistenței la oboseală.

8. STATISTICĂ ŞI PROBABILITATE – raportori generali A. Brenneisen şi R. Baus (Belgia)

Obiectul raportului îl constituie o analiză a stadiului actual al posibilității de a utiliza metodele statistice în definirea distribuției diferitelor caracteristici mecanice şi pentru determinarea şi controlul caracteristicilor garantate ale oțelurilor, precum şi rezultatele obținute în corelarea a diferite variabile care influențează calitatea oțelurilor.

De la început se arată că din cercetările statistice efectuate pînă în prezent rezultă că caracteristicile mecanice ale sîrmelor, vergelelor şi fasciculelor utilizate la beton precomprimat aparțin mulțimilor normale, dacă procesul de fabricație a lor a fost pus la punct. Acest fapt este confirmat şi de raportul prezentat de Stolte, în care se analizează variația limitei de curgere convențională ($\sigma_{0,2}$), alungirea maximă şi coeficientul de stricționare pentru vergele Ø 32 mm, sîrme ovale cu secțiunea de 40 mm^2 şi sîrme rotunde Ø 12,2 mm.

De asemenea, a rezultat şi faptul că dispersia este mai mare la sîrmele trefilate, la care procesul tehnologic are o mai mare influență decît la sîrmele laminate din oțel aliat, la care esențială este compoziția chimică.

Pentru controlul caracteristicilor mecanice ale oțelurilor sînt de luat în considerație trei situații :

a) se cunoaşte distribuția statistică, iar producția se menține cu caracteristici constante ;

b) caracteristicile sînt definite prin valori garantate corespunzătoare unei probabilități constante, care este controlată separat pentru fiecare lot pe baza distribuției sale statistice ;

c) caracteristicile sînt definite prin valorile minime, dar nu se cunoaşte distribuția statistică şi ea nu este urmărită prin control.

Din punctul de vedere al beneficiarului situația *a* este optimă.

Din punctul de vedere al producătorului este în orice caz necesar să se facă un control permanent al producției pentru a stabili şi menține caracteristicile minime garantate sau specificate. Caracteristicile reale ale producției pot fi stabilite cu suficientă precizie numai după o perioadă preliminară de producție, după care producătorul trebuie să asigure menținerea constantă a calității.

Dacă trebuie să respecte numai nişte valori minime, producătorul are două soluții :

— să realizeze o valoare medie care să-l asigure că se respectă şi valoarea minimă ; în acest caz deviația standard şi deci şi gradul real de siguranță variază foarte mult ;

— să varieze mereu caracteristicile procesului de producție — ceea ce determină şi modificarea valorilor medii — în funcție de variația caracteristicilor materiilor prime ; în acest caz, existînd pericolul să se realizeze o reducere efectivă a gradului real de siguranță, este mai rațional ca beneficiarul să determine el însuşi caracteristicile statistice ale fiecărui lot.

Raportul prezintă relațiile şi modalitățile de calcul pentru fiecare din cele trei situații ce se întîlnesc în controlul statistic al caracteristicilor mecanice ale oțelurilor.

În continuare se prezintă diferite aplicații ale statisticii şi probabilității.

Forța de rupere a fasciculelor. Ros şi Speck prezintă rezultatele încercărilor efectuate pentru determinarea parametrilor care influențează rezistența de rupere a fasciculelor foarte puternice alcătuite din 121 — 163 Ø 7 mm.

S-a analizat un număr mare de factori — printre care distribuția rezistenței şi alungirii sîrmelor componente, ca şi influența lungimii inițiale şi a curburii — ajungîndu-se la următoarele concluzii principale :

— forța de rupere a fasciculelor este în mod substanțial egală cu suma forțelor de rupere a sîrmelor componente ; ea poate fi determinată cu ajutorul valorii medii a rezistenței sîrmelor ;

— ruperile sîrmelor individuale în fascicule sînt determinate de epuizarea capacității lor de alungire ; alungirea maximă a sîrmelor în fascicule corespunde alungirii medii înainte de stricționare în încercarea de întindere.

Corelația între compoziția chimică şi proprietățile mecanice ale armăturii. Kusakin a stabilit relații pentru calculul rezistenței de rupere şi al limitei convenționale de curgere ($\sigma_{0,2}$) a vergelelor laminate la cald, din oțel aliat, pornind de la conținutul în C, Mn, Si, S, P şi Ti. Relațiile propuse duc la abateri de maximum 6% pentru rezistența de rupere, respectiv 10% pentru limita de curgere.

Stabilirea diagramei medii $\sigma - \varepsilon$. Suchy şi Vorlicek au efectuat un studiu statistic pe 40 sîrme Ø 3 mm, 200 sîrme Ø 4,5 mm şi 250 sîrme Ø 7 mm, analizînd variația statistică a eforturilor pentru o anumită deformație ; de remarcat că nu a fost posibil a se proceda invers (stabilirea deformației corespunzînd unui anumit efort) deoarece în acest caz distribuția nu mai era „normală", devenind aritmetică.

Pe baza rezultatelor obținute s-a trasat o curbă pentru valorile maxime, una pentru cele medii şi una pentru cele minime, în toate cazurile probabilitatea admisă fiind de 99,8%, respectiv riscul de 1‰.

Analiza rezultatelor încercărilor de relaxare. Bruggeling şi Binnekamp au încercat să stabilească experimental o lege a relaxării pe baza a 44 de curbe corespunzînd unor sîrme avînd diferite rezistențe şi diametre.

Calculul s-a efectuat în două etape : întîi s-a stabilit o corelație între rezistențele de rupere, eforturile inițiale şi pierderile de tensiune datorite relaxării, apoi s-a încercat a se stabili o relație pentru pierderea de tensiune în funcție de timp. S-au încercat diferite curbe ai căror parametri au fost determinați cu metoda celor mai mici pătrate, după liniarizarea ecuațiilor, dar nici una nu a reuşit să reprezinte în mod corespunzător întregul fenomen. S-ar părea că, începînd de la 10 ore după tensionare, ar fi indicată o curbă de tip dublu logaritmic.

Analiza statistică a rezultatelor încercărilor de oboseală. Bó şi Leporati au aranjat rezultatele încercărilor pentru un efort mediu constant în ordinea descrescătoare a valorilor $\Delta\sigma = \sigma_{max} - \sigma_{min}$ şi în ordinea crescătoare a valorilor log N (N fiind numărul de cicluri care au produs ruperea).

În acest mod au determinat, prin metoda celor mai mici pătrate, funcția $\Delta\sigma = f(N)$.

RECENZII

M. Albigès, A. Coin, H. Journet

ÉTUDE DES STRUCTURES PAR LES MÉTHODES MATRICIELLES

Editura Eyrolles — Paris

În lucrarea apărută sub titlul de mai sus în Colection de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, autorii, profesori la École Superieure des Travaux Publics, îşi propun şi reuşesc să prezinte, într-o formă concisă, dar „în totul accesibilă", un sistem complet de cunoştinţe necesare inginerului proiectant pentru a putea folosi din plin la calculele de rezistenţă resursele pe care le dă tehnica modernă de calcul. Metoda matricială, prin concizia în scrierea ecuaţiilor şi a operaţiilor algebrice care trebuie efectuate, se dovedeşte a fi în prezent metoda cea mai apropriată pentru a transmite calculatoarelor electronice informaţiile şi programul operaţiilor pentru rezolvarea problemelor. Utilizată de mai multă vreme de inginerii electricieni, metoda matricială îşi găseşte, odată cu extinderea calculatoarelor, domenii de aplicare în calculul construcţiilor.

Lucrarea, în total de 256 pagini, este împărţită în două părţi de volume egale. În prima parte, autorii prezintă sistematic elementele de calcul matricial necesare rezolvării structurilor. Sînt expuse noţiuni de algebră modernă, structurile fundamentale ale unui ansamblu, spaţii vectoriale, determinanţi, matrici, ecuaţii liniare, operatori liniari, operaţii asupra matricilor, matrici pătrate, matrici ortogonale, valori şi vectori proprii, forme pătratice.

Partea a doua a lucrării tratează aplicaţiile calculului matricial la studiul structurilor. De la început se definesc matricile de echilibru, de rigiditate şi de supleţe (înţelegînd prin supleţe proprietatea de deformare) şi în funcţie de acestea, expresiile potenţialului eforturilor şi teoremele lui Castigliano. În continuare este tratată amănunţit problema barei drepte, pentru care se stabileşte modul de obţinere — mecanică am spune — a matricilor şi modul lor de utilizare pentru studiul sistemelor de bare static determinate şi nedeterminate.

În continuare, autorii prezintă teoria matricii de transfer, cu ajutorul căreia se poate determina pentru o secţiune starea de eforturi şi de deformaţie, dacă această stare este cunoscută pentru o altă secţiune şi sistemul între cele două secţiuni nu este solicitat de forţe exterioare.

Lucrarea se încheie cu un capitol amplu de aplicaţii, care se referă la: vibraţiile structurilor, nestabilitatea elastică a structurilor, capacitatea de rezistenţă a structurilor în domeniul plastic, vibraţiile unui masiv nedeformabil pe reazeme elastice şi elementele fundamentale ale metodei elementelor finite.

Fără a micşora meritele primei părţi, socotim că prin aplicaţiile pe care le prezintă autorii reuşesc să concretizeze pentru proiectanţi metode pe care urmează numai să le aplice.

M. Albigès, A. Coin

RESISTANCE DES MATERIAUX APPLIQUÉE (I)

Editura Eyrolles — Paris

Lucrarea cuprinde într-o formă concentrată cunoştinţele fundamentale de rezistenţa materialelor (inclusiv statica construcţiilor) aplicate la bare şi sisteme plane de bare. Prima parte (237 pagini) cuprinde tratarea teoretică a următoarelor capitole: 0. Recapitulare (momentele suprafeţelor); 1. Variaţia tensiunilor în jurul unui punct; 2. Proprietăţile mecanice ale materialelor; 3. Teoria elasticităţii; 4. Grinzi; generalităţi; 5. Determinarea tensiunilor şi deformaţiilor elementare; 6. Formulele lui Bresse; teoria potenţialului intern; 7. Statica grafică; 8. Grinzi drepte static determinate; 9. Sisteme nedeformabile pe reazeme elastice; 10. Grinzi drepte cu o singură deschidere static nedeterminate; 11. Grinzi continue; 12. Arce; 13. Calculul cadrelor; 14. Sisteme articulate; 15. Nestabilitatea elastică; flambajul; 16. Suprafeţe subţiri; 17. Teoria vibraţiilor; 18. Plasticitate.

Evident, prezentarea unui domeniu atît de întins într-un volum atît de redus a obligat pe autori, în primul rînd, la o muncă de selecţie, reţinînd în această parte a lucrării din rezultatele rezistenţei materialelor, teoria elasticităţii şi plasticităţii, pe cele mai des utilizate de inginerii proiectanţi. În al doilea rînd, tratarea teoretică este condensată fără ca aceasta să impieteze asupra clarităţii. Concluzia elimină repetările, autorii avînd grijă să facă trimiterile la capitolele anterioare unde problemele tratate îşi găsesc expuse principiile.

Următoarele 930 de pagini sînt dedicate aplicaţiilor practice referitoare la primele 12 capitole, urmînd ca aplicaţiile pentru capitolele 12 — 18 să facă obiectul volumului următor.

Cele aproape 200 de exemple numerice complet tratate constituie, nu numai o aplicaţie a problemelor teoretice tratate în prima parte, dar şi o dezvoltare şi o aprofundare a acestora; prin temele şi modul de rezolvare, ele constituie mijlocul sigur pentru asimilarea şi consolidarea cunoştinţelor teoretice.

Menţionăm numeroasele figuri care însoţesc textul şi forma grafică superioară.

Prin conţinut şi forma de prezentare, lucrarea se adresează în egală măsură studenţilor care studiază rezistenţa materialelor, dar şi inginerilor constructori care proiectează.

Dr. ing. **O. Rusu**

Wladyslaw Kuczynski

KONSTRUKCJE SIATKOBETONOWE

(Construcţii din armociment)

Warszawa, Ed. Arkady, 1968
195 pag., 143 fig.

Armocimentul este unul din materialele folosite în prezent cu succes la realizarea elementelor de acoperire şi de închidere la construcţii de diferite forme şi destinaţii. Utilizarea pe scară largă a armocimentului în construcţii a început în urmă cu mai bine de două decenii, Nervi fiind iniţiatorul punerii în practică a acestei idei. Paralel cu executarea construcţiilor din armociment au început şi s-au dezvoltat studiile tehnologice şi cercetările experimentale pentru stabilirea metodelor de fabricare a acestui material, îmbunătăţirea proprietăţilor lui fizico-mecanice, precum şi pentru stabilirea modului de comportare a elementelor şi structurilor executate din armociment sub acţiunea sarcinilor. Complexitatea cunoştinţelor dobîndite prin efectuarea acestor studii şi cercetări a avut ca rezultat elaborarea unor lucrări monografice privind armocimentul şi utilizările lui în construcţii. Printre acestea se numără şi cartea elaborată de prof. dr. ing. W. Kuczynski, apărută recent la Varşovia.

WŁADYSŁAW KUCZYŃSKI
KONSTRUKCJE
SIATKOBETONOWE

Volumul cuprinde zece capitole. În primele patru capitole se prezintă concepţia armocimentului şi perspectivele aplicării lui în construcţii, proprietăţile betonului şi armăturii, precum şi caracteristicile fizico-mecanice ale acestui material de construcţie.

În capitolul al cincilea se dau principiile dimensionării elementelor de armociment şi se dezvoltă calculul capacităţii portante a acestor elemente la încovoiere, compresiune excentrică, întindere excentrică şi forfecare. Separat sînt examinate stările limită de fisurare şi de deformaţie. Capitolul se încheie cu un exemplu de calcul prezentat în detaliu.

Posibilităţile actuale de aplicare a armocimentului sînt arătate în capitolul al şaselea, în care se prezintă tipurile curente de secţiuni de armociment, precum şi modul de alcătuire a planşeelor, pereţilor, acoperişurilor de mari deschideri şi a altor construcţii de forme speciale, executate din elemente de armociment.

Un capitol întreg, al şaptelea, este consacrat prezentării unor exemple detaliate de calcul în care sînt tratate structuri de mari deschideri alcătuite din elemente de armociment.

Un alt capitol se ocupă cu tehnologia fabricării armocimentului. Se indică, de asemenea, procedeele de executare a rezervoarelor şi tuburilor. O atenţie specială este acordată efectului vibrării asupra betonului cu granulaţie fină.

Problemele legate de rezistenţa şi durabilitatea construcţiilor din armociment fac obiectul capitolului al nouălea. Sînt tratate rezistenţa la acţiuni mecanice, impermeabilitatea, rezistenţa la îngheţ şi rezistenţa la coroziune şi se prezintă procedeul de protejare a armocimentului prin izolaţii pe bază de polimeri.

Ultimul capitol al lucrării cuprinde indicaţii pentru alcătuirea, calculul şi controlul calităţii elementelor şi construcţiilor din armociment, aşa cum rezultă din unele norme oficiale referitoare la utilizarea în construcţii a armocimentului.

În ansamblu, volumul cuprinde o prezentare de sinteză a teoriei calculului şi aplicării practice a elementelor şi construcţiilor din armociment efectuată pe baza unui vast material bibliografic însumînd 90 de titluri, printre care se numără şi contribuţiile autorului în acest domeniu.

Prezentarea în detaliu a problemelor puse de folosirea armocimentului în construcţii face ca lucrarea prof. dr. ing. W. Kuczynski să fie deosebit de utilă tehnologilor, inginerilor proiectanţi şi cercetătorilor care se ocupă cu valorificarea cît mai eficientă a acestui material de construcţie.

Dr. ing. **V. Peteu**

IZOLAREA ÎMPOTRIVA ZGOMOTELOR

Sub redacţia prof. dr. E. Ia. Iudin
(Traducere din limba rusă)

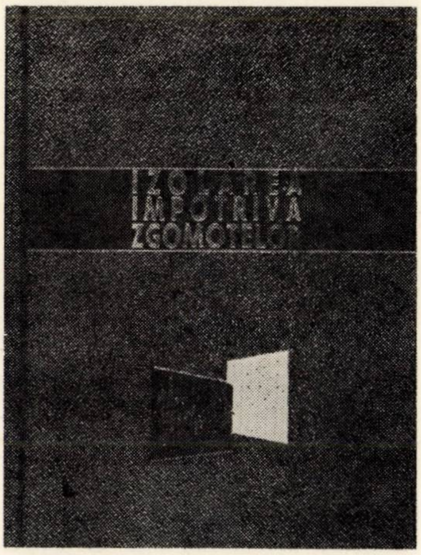
Bucureşti, Editura tehnică, 1968

Traducerea lucrării colectivului de autori sub conducerea prof. dr. E. Ia. Iudin şi compus din G. L. Osipov, D. Z. Lopaşev, V. I. Zabrov, I. G. Leizer etc., publicată recent de Editura tehnică, este prima lucrare de acest gen care semnalează realizările din domeniul combaterii diverselor feluri de zgomote şi al izolării fonice a clădirilor de locuit şi industriale din U.R.S.S. pînă în 1964.

În lucrare sînt tratate probleme de actualitate pentru executanţii de construcţii din U.R.S.S., cum sînt stabilirea principalelor surse de zgomot şi vibraţii şi utilizarea celor mai raţionale metode de combatere a lor, în special în ceea ce priveşte izolarea fonică, absorbţia fonică, izolarea vibraţiilor şi sistematizarea urbanistică pentru combaterea zgomotelor din oraşe. O atenţie deosebită este acordată combaterii zgomotelor produse de instalaţii.

Lucrarea îşi propune să prezinte în ansamblu problemele teoretice şi practice privind diverse domenii legate de combaterea zgomotelor.

Astfel, sînt descrise proprietăţile fizice şi fiziologice ale zgomotelor, metodele pentru cercetarea şi măsurarea lor, datele fizice şi normativele referitoare la zgomotele industriale, în oraşe şi transporturi, la zgomotele produse de instalaţiile aerodinamice, mecanice şi electrice.



Prin modul de alcătuire, cartea prezintă interes, atît pentru inginerii constructori din proiectare şi de pe şantiere, cît şi pentru cercetătorii, cadrele didactice şi studenţii din institutele superioare de învăţămînt şi facultăţile de construcţii.

Conţinînd aproximativ 600 de pagini, cuprinsul cărţii a fost grupat în 20 de capitole împărţite în 5 părţi.

Prima parte cuprinde trei capitole.

În capitolul I al cărţii (autor, E. Ia. Iudin) sînt prezentate proprietăţile fizice ale cîmpului acustic şi ale surselor de zgomot.

Acţiunea zgomotului asupra organismului omenesc este descrisă în capitolul II (autor, G. L. Osipov). Legătura dintre caracteristicile fizice ale zgomotului şi gradul în care el acţionează asupra sistemului nervos, organului auditiv şi altor organe constituie materialul iniţial care condiţionează cantitativ necesitatea unor măsuri de protecţie a omului împotriva zogomotului.

Capitolul III (autori, Iu. M. Iliaşuk şi G. L. Osipov) este dedicat problemei privind normarea nivelului sonor.

Partea a doua tratează metodele de calcul acustic, de măsurare şi de cercetare a zgomotelor.

Calculul propagării zgomotului prin aer, în cazul cunoaşterii caracteristicilor fizico-acustice ale surselor, este arătat în capitolul IV (autor, E. Ia. Iudin).

Caracteristicile fizice ale cîmpului acustic şi ale surselor de zgomot sînt determinate şi înregistrate cu ajutorul unor aparate de diferite tipuri, arătate în capitolul V (autor, D. Z. Lopaşev).

Încercărilor de laborator în domeniul combaterii zgomotelor le sînt dedicate capitolele VI, VII şi VIII.

În capitolul VI (autor, E. Ia Iudin) se dau bazele modelării fenomenelor acustice care permit să se studieze pe modele sursele aerodinamice şi hidrodinamice de zgomote, procesele acustice în încăperi şi în amortizoare, izolaţia fonică a construcţiilor şi propagarea zgomotului în mediul urban construit.

Studiul zgomotului diverselor maşini, coeficientul de absorbţie fonică la materiale şi elemente de construcţii, eficacitatea atenuatoarelor efectuate în camere surde cu rezonanţe speciale este descris în capitolul VII (autor, D. Z. Lopaşev).

Capitolul VIII (autor, N.N. Pisarevski) prezintă noile metode de corelaţie pentru studiul zgomotelor şi al cîmpurilor acustice.

În partea a treia lucrării se examinează principalele surse de zgomote şi de vibraţii şi metodele pentru combaterea lor.

Capitolul IX (autor, Iu. M. Iliaşuk) indică metodele generale de combatere a zgomotelor.

Sursele de zgomot cele mai răspîndite sînt descrise în capitolele X, XI şi XII. Zgomotele mecanice sînt expuse în capitolul X (autori, V. G. Springman şi N. I. Murkev). Zgomotele aerodinamice care apar la scurgerea aerului, aburului sau a altor gaze prin conducte, la scurgerea lor în atmosferă sau la circulaţia lor prin maşini hidraulice şi termice sînt descrise în capitolul XI (autor, E. Ia. Iudin). Capitolul XII (autori, N. I. Murkev, V. G. Springman, E. R. Kucov) este dedicat zgomotelor şi vibraţiilor produse de maşini electrice.

Capitolul XIII (autor I. G. Leizer) se ocupă de dispozitivele şi materialele fonoabsorbante.

Izolarea fonică a elementelor de construcţie împotriva zgomotelor aeriene şi de impact se examinează în capitolul XIV (autor, V. I. Zaborov).

Descrierea schemelor constructive ale celor mai uzuale atenuatoare de zgomot este dată în capitolul XV (autori, A.G. Munio şi Z. N. Naumenko).

Capitolul XVI (autori, G. L. Osipov şi I. A. Sişkin) este dedicat măsurilor de sistematizare urbanistică.

Partea a patra se ocupă cu combaterea zgomotelor în instalaţiile sanitare (cap. XVII autori E. Ia. Iudin, Z. A. Lescov, A. N. Cavcenko) şi în instalaţiile de ascensoare (L. P. Orfoniţkaia).

Partea a cincea tratează combaterea zgomotelor în mijloacele de transport: rutiere (autori, V. E. Kaşkin) şi feroviare (autor E. V. Bobin).

Într-o anexă elaborată de ing. E. Dimitriu-Vîlcea (INCERC) se arată pe scurt:

— definiţiile şi noţiunile cele mai importante folosite în prezent în recomandările CAER elaborate în anul 1961 (cap. A 1);

— normele privind izolarea fonică în construcţii apărute în diverse ţări (cap. A 2);

— metodele pentru calculul izolării fonice a elementelor despărţitoare de construcţii la zgomotul aerian şi de impact (cap. A 3); aici se arată calculul pentru elementele despărţitoare verticale într-unul sau în două straturi şi calculul pentru planşee cu pardoseli cu dale flotante pe un strat fonoizolator amortizor şi cu pardoseli cu covoare elastice;

— rezultatul măsurătorilor privind capacitatea de izolare fonică la planşee şi pereţi, efectuate pe numeroase alcătuiri de elemente în cadrul temei de cercetare CAER nr. 13 ,,Fonoizolarea clădirilor de locuit şi social-culturale'' la care a participat şi ţara noastră (INCERC).

În concluzie, lucrarea este interesantă, tratată la un nivel superior, care aduce un aport într-un domeniu de acută actualitate.

Ing. **E. Dimitriu-Vîlcea**

DOCUMENTARE

UN NOU TIP DE MOARĂ VIBRATOARE

Deşi principiul măcinării prin vibrare este cunoscut de cca 50 de ani, nu s-au putut construi pînă în ultimul timp mori vibratoare de capacităţi corespunzătoare pentru instalaţii industriale, din cauza dificultăţilor de realizare a dispozitivelor generatoare de oscilaţii şi a lagărelor acestora.

Recent s-a pus la punct în R.F.G. un nou tip de moară vibratoare. Două tuburi suprapuse servesc drept camere de măcinare, cu un grad de umplere de cca 70%, acţionate de un mecanism amplasat între ele, care produce vibraţii circulare.

Datorită lungimii mari a camerelor se poate obţine într-o singură trecere o fineţe mare, comparabilă cu cea realizabilă în instalaţiile cu separatoare.

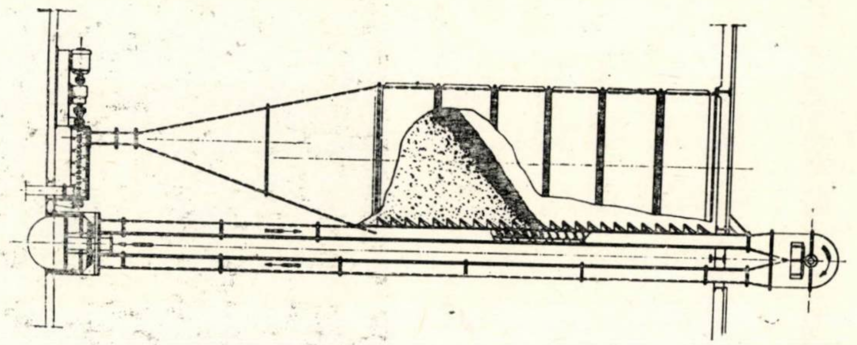
Iată caracteristicile unei mori de acest tip:

— Diametrul camerelor tubulare	650 mm
— Lungimea camerelor tubulare	4310 mm
— Puterea absorbită	100 kW
— Materialul măcinat: cianamidă de calciu	
— Granulaţia iniţială	0—8 mm
— Granulaţia finală	0—0,5 mm
— Debitul	12,5 t/h

Din *Aufbereitungs-technic*, nr. 11, 1968

SISTEME NOI DE ALIMENTARE A BUNCĂRELOR ŞI SILOZURILOR

O fabrica de maşini din Grevenbroich a elaborat un nou sistem pentru alimentarea buncărelor şi silozurilor cu ajutorul unui transportor de alimentare cu lanţ de construcţie specială (vezi figura).



Instalaţia este alcătuită în principiu dintr-un buncăr sau siloz în peretele căruia este practicată, pe înălţime, o deschidere prevăzută cu jaluzele. În dreptul acestor jaluzele circulă transportorul menţionat mai sus.

În momentul în care materialul din transportor ajunge în dreptul jaluzelelor neacoperite de materialul din buncăr, se scurge în buncăr sub unghiul de taluz natural.

În acest mod, materialul nu este ridicat inutil pînă deasupra buncărului, ci numai pînă la înălţimea liberă din buncăr, ceea ce are următoarele consecinţe directe:

— se micşorează consumul de energie şi timpul necesar pentru ridicarea materialului în buncăr;

— se evită formarea prafului prin căderea materialului de la înălţime, în această instalaţie materialul aşternîndu-se în stratul imediat superior celui existen în buncăr; posibilitatea de eliminare a formării prafului este deosebit de importantă în cazul prafurilor explozive;

— se evită segregarea materialului;

— se evită mărunţirea suplimentară a materialului, care poate avea loc prin cădere de la înălţime mare.

Instalaţia de alimentare a silozurilor descrisă mai sus poate fi introdusă şi la buncărele şi silozurile existente.

Din *Zement—Kalk—Ghips*, nr. 4, 1967

ÎNTOCMEȘTE

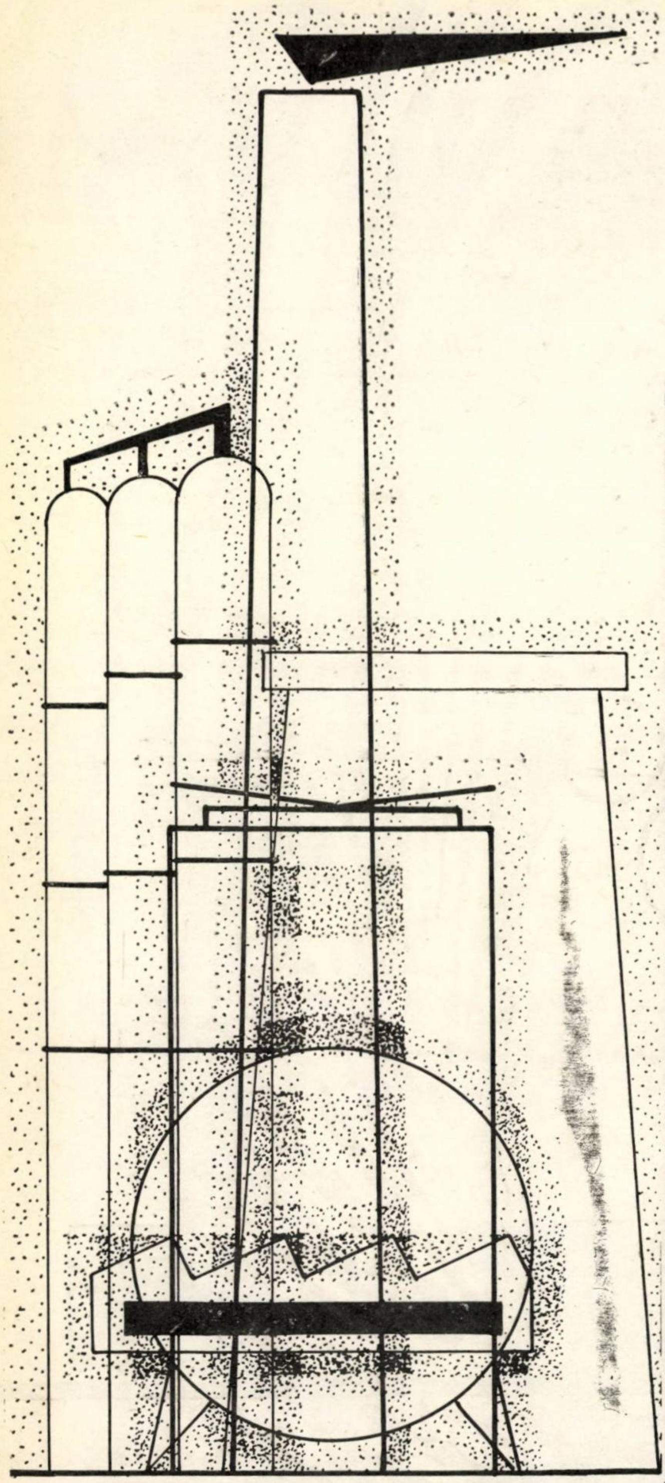
Scheme
de amenajare complexă
a resurselor de apă

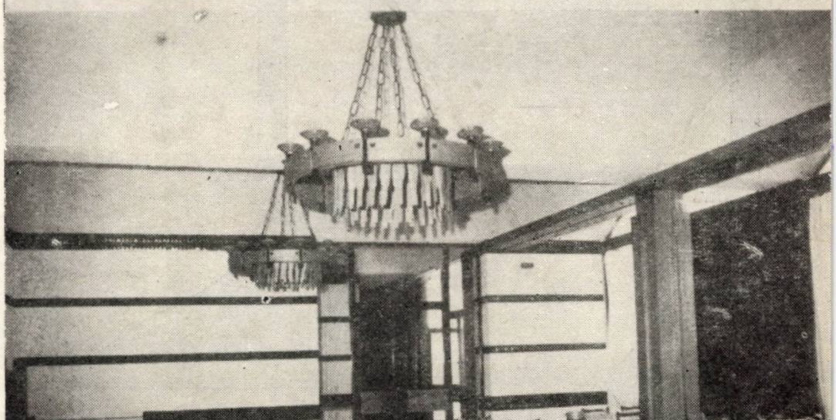
PROIECTEAZĂ

Baraje
Structuri hidrotehnice
Regularizări de rîuri
Alimentări cu apă
Canalizări

COMITETUL DE STAT AL APELOR
I.P.A.C.H. — Institutul pentru planuri de amenajări
și construcții hidrotehnice
Str. Dr. Rîureanu nr. 3 • Telefon 14.36.30 • București

● CONSTRUCȚII DE COMPLEXE INDUSTRIALE ● CLĂDIRI DE LOCUIT ȘI SOCIAL-CULTURALE ● CONSTRUCȚII SPECIALE — TURNURI DE RĂCIRE, REZERVOARE ● ELEMENTE DE BETON PRECOMPRIMAT ● ALIMENTĂRI CU APĂ ȘI STAȚII DE TRATARE ● LUCRĂRI DE DRUMURI, PODURI ȘI CĂI FERATE UZINALE ● CONSTRUCȚII AGROZOOTEHNICE





EXECUTA

iscm
municipiul
gh. gheorghiu-dej

M. C. I.

întreprinderea șantier construcții montaj

MUNICIPIUL GH. GHEORGHIU-DEJ STR. CAUCIUCULUI 22 ROMANIA
CONT B. I. 040.28.001 • TELEFON 1000; 1001

KÖNYVTÁRÉS
KÖZPONT

1970 MAR 12

1969 12

ORGAN AL MINISTERULUI
CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

R
4701

INGINERI CONSTRUCTORI

din institutele de cercetare şi proiectare,
de pe şantierele de construcţii!

V-aţi reînnoit abonamentul la

**REVISTA CONSTRUCŢIILOR
ŞI A MATERIALELOR
DE CONSTRUCŢII**

pentru a vă asigura toate numerele revistei
în cursul anului 1970?

„Revista construcţiilor şi a materialelor de construcţii" vă informează asupra rezultatelor celor mai noi cercetări în acest domeniu, vă ţine la curent cu experienţa înaintată a marilor şantiere de pe întreg cuprinsul ţării noastre.

Preţul unui abonament anual individual este de 60 lei, iar al unui abonament de instituţie de 170 lei.

Abonamentele se fac prin C.D.C.A.S., Bucureşti, Bd. 1848 nr. 10, Sector 4, prin mandat poştal sau prin cont virament BNR — DECBS 64.03.01.28.

E 1688

REVISTA CONSTRUCȚIILOR ȘI A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

1983

ORGAN AL MINISTERULUI CONSTRUCȚIILOR INDUSTRIALE

12

1969

VOLUMUL 21, Nr. 12

DECEMBRIE 1969

SUMAR

D. GRIGORIU, GH. SĂNDULESCU, M. DABIJA
Structuri de hale industriale parter realizate cu elemente cu suprafață mare de beton precomprimat produse uzinat 617

FLORIN ERMIL DABIJA
Aspecte privind ductilitatea și capacitatea de absorbție a energiei de către elementele de beton armat 624

RADU AGENT
Calculul static al structurilor din elemente prefabricate de beton armat avînd îmbinări cu continuitate unilaterală 631

FL. ALEXANDRESCU
Cercetări experimentale privind comportarea unor sisteme de îmbinare la solicitări statice . 635

MARIN MANOLACHE
Aplicații ale proprietăților de ordonarea grafelor în planificarea operativă a activității de construcții-montaj 641

ARIADNA BOGHIAN
Accelerarea pe cale electrică a întăririi panourilor mari prefabricate din beton ușor pe poligoane mobile 649

VL. PLATON
Măsuri ce trebuie luate cu privire la îmbunătățirea calității ușilor și ferestrelor în construcții 652

IGOR TERTEA
Betoane de rezistență din scorie bazaltică . . . 655

DOCUMENTARE

RECENZII

CRONICA

SUMAR GENERAL PE ANUL 1969

43 305

Revista Construcțiilor și a Materialelor de Construcții, organ al Ministerului Construcțiilor Industriale — Redacția: București, str. Episcopiei nr. 9, sector 1, telefon: 16.49.14. Administrația și casieria: C.D.C.A.S., Bd. 1848, nr. 10, sectorul 4. Abonamentele se primesc numai la sediul administrației. Instituțiile pot achita abonamentele în contul de virament nr. 64.03.01.19 Direcția Executării de Casă a Bugetului Statului — Redacția publicațiilor pentru construcții

Prețul unui exemplar lei 8

Taxele poștale plătite în numerar pentru anul 1969, conform aprobării D.G.P. nr. 10/271/1969

Tiparul: Întreprinderea Poligrafică „Informația" — București, c. 3978

SUMMARY

D. GRIGORIU, GH. SĂNDULESCU, M. DABIJA: Single storey factory building structures assembled of large prestressed concrete components cast in works

The authors show the results obtained while initiating the manufacture of several new types of large structural roof components; this was founded on a series of studies carried out simultaneously in the Design Institute for Typified Buildings (JPCT) and in the works belonging to the precast components industry.

The article briefly describes several types of prefabricated components and shows how they are to be assembled in a factory building structure. A detailed analysis of some indices and other aspects (drainage, insulation etc.) stresses the outstanding advantages of T and double T elements with a curved back.

The article equally deals with several other highly important aspects concerning manufacture, transportation and assembly.

FL. DABIJA: Some thoughts on the ductility of reinforced concrete components and on their ability of absorbing energy

The modern approach to the computation of earthquake resisting structures consists in assigning a particularly important place to the ductility of structural components and their resulting ability of absorbing energy.

The article deals theoretically with several problems concerning the appraisal of the ductility and of the amount of energy reinforced concrete components are able to absorb under flexural stress; further on are discussed basic assumptions, computation schemes, influences exerted by various factors etc.

The results obtained have enabled the author to draw some conclusions concerning the most appropriate selection of the proportions among various factors intervening and to make some suggestions pertaining to the making of structural components belonging to an earthquake-resisting reinforced concrete structure under flexural stress, in order to simultaneously provide their ductility and bearing capacity within the frame of an economically profitable project.

R. AGENT: Structural analysis of prefabricated reinforced concrete structures with only partially continuous joints

The author analyses a series of cases that may occur in prefabricated structures whose continuity is confined to merely negative moments (for instance, the continuity of a rolling track beam at the supporting column corbel). As soon as positive moments stress the joint the latter is not able to carry them and the whole structure behaves like one which has hinged joints in every such place.

Founded on these remarks, the author shows how it would be best to compute such a structure. A numerical example helps the reader to acquire the ability to deal with such cases.

FL. ALEXANDRESCU: Experimental investigations in the behaviour of some jointing procedures under static loads

The author presents the results of a series of tests carried out on various types of joints similar to those between two adjacent wall panels: mortar bed layer, lower concrete layer, wedged smooth faces either alone or combined with a small vertical concrete or reinforced concrete column.

The tests were carried out in a specially conceived plant able to transmit the shearing forces down to the tested components.

M. MANOLACHE: The ordering properties of graphs and their application to effective planning of building activities

The author proposes to deal with the ordering properties of graphs and to show some of the conclusions founded on his own observations and investigations which latter may well serve to work out schedules and to effectively plan building activities.

A. BOGHIAN : Electrically accelerated hardening of large light-weight concrete wall panels cast in movable works

The article presents the experience gained while applying on site a comparatively simple procedure for accelerating the hardening of large prefabricated wall panels by means of electrical power.

The author describes theoretically the procedure and also shows how it is to be applied; she then gives the results obtained concerning the thermal regime, the concrete strength and finally displays several economic data on the amount of electric power demand.

V. PLATON : Arrangements for improving the quality of door and window frames used in building

The author deals with some arrangements that should be made on each separate building site so as to remove a series of faults found at both door and window frames, to provide a more profitable utilization of timber and timber products and so improve the quality of all door and window frames.

I. TERTEA : Structural concretes made with basaltic scoria

The paper surveys the principal results of laboratory investigations concerning the use of basaltic scoria (of Racoş) as an aggregate for mixing compact structural concretes.

The author first describes the principal physical and mechanical properties of basaltic scoria (of Racoş) and then shows the results of tests carried out on 17 different concrete batches — in order to bring forth the influence of aggregate grain size, of replacing the scoria fines with river sand, of cement and of compaction techniques.

For each of the concrete batches that were considered as satisfactory the paper gives the physical and mechanical properties of the hardened concrete, its initial strain as well as the strain developed by either long or short lasting loads, its durability and bond to steel rods.

In its conclusion the author shows that basaltic scoria can be more advantageously used as an aggregate for mixing compact concretes of a crushing strength ranging from 150 to 250 kg/cm^2 and an apparent density from 1800 at 2000 kg/m^3; all such concretes equally have higher thermal insulating properties.

SOMMAIRE

D. GRIGORIU, GH. SĂNDULESCU, M. DABIJA : Structures de halls industriels rez-de-chaussée, réalisées en éléments à grandes surfaces, produits dans les usines à partir du béton précontraint

Le programme d'études entrepris à l'Institut d'Etudes pour Constructions Typisées (IPCT) et dans les entreprises de préfabriqués sur l'introduction dans la production courante de nouveaux types de préfabriqués pour toits de grande surface a permis de tirer un nombre de conclusions intéressantes qui sont présentées dans l'article avec, en même temps, différents types de préfabriqués et leur façon d'assemblage dans la construction des halls industriels. Une analyse portant sur un nombre d'indices (réalisation constructive des écoulements d'eau, de l'isolation etc.) montre les avantages particuliers offerts par les éléments en TT et T, à extrados courbe.

Sont également examinés les aspects principaux se rattachant à l'exécution, au transport et au montage.

FL. DABIJA : Certains aspects de la ductibilité et de la capacité d'absorbtion d'énergie des éléments en béton armé

La conception moderne des constructions résistantes à l'action séismique accorde une place particulièrement importante aux capacité d'absorbtion d'énergie adéquates pour les éléments de la structure.

L'auteur considère théoriquement certains problèmes soulevés par l'évaluation de la ductibilité et de l'énergie absorbée par les éléments en béton armé cintrés ; il en discute notamment les hypothèses et schémas de calcul, l'influence des divers paramètres etc.

Les résultats obtenus justifient certaines conclusions sur choix rationnel des rapports entre les paramètres inter- enant dans les calculs ; ils justifient également un nombre e propositions concernant la composition des éléments intrés des structures anti-séismiques en béton armé, avec, omme but, l'assurance de leur résistance en même temps que ur ductibilité, à un minimum de frais.

. AGENT : **Calcul statique des structures en éléments pré- abriqués à partir du béton armé dont les joints sont à conti- uité unilatérale**

L'auteur traite d'un certain type de cas pouvant survenir rsqu'on travaille avec des structures exécutées à partir d'élé- ents préfabriqués, où la continuité est réalisée d'habitude eulement au moments négatifs (par exemple la continuité e certaines poutres de roulement sur l'appui constitué par encorbellement du pilier). Lorsque des moments positifs pparaissent également au niveau des joints, ces moments ne euvent pas être repris et la structure se comporte comme si lle était articulée dans ces points.

En prenant comme point de départ ces remarques, l'auteur ontre la meilleure méthode de calcul ; pour en faciliter assimilation, il donne également un exemple de calcul.

. ALEXANDRESCU : **Recherches expérimentales sur le omportement de certains systèmes de joints soumis à des ollicitations statiques**

L'auteur présente les résultats des essais entrepris avec ifferents types de joints sur des éléments formés de grands anneaux, à savoir : sur lit de mortier, à sous-bétonnage, à aces lisses et à coins, comme tels ou bien en combinaison avec n petit pilier vertical en béton ou béton armé.

Les essais étaient entrepris dans une installation spéciale ermettant de transmettre aux éléments soumis aux essais es forces coupantes requises.

. MANOLACHE : **Applications des capacités co-ordinatrices es graphs dans le planning opératif des activités de construc- ions et montages.**

L'auteur traite des propriétés d'ordination des graphs et vance quelques conclusions basées sur ses propres observa- ions et recherches, lesquelles peuvent servir à l'élaboration es graphs par jours et par mois de l'année, ainsi qu'à la lanification opérative dans l'activité de constructions et ontages.

. BOGHIAN : **Accélération par voie électrique du durcisse- ent des grands panneaux en préfabriqués de bétons légers ur polygones mobiles**

L'auteur fait part de l'expérience acquise sur le chantier la suite de l'application d'un procédé relativement simple et isant à accélérer, par l'intermédiaire du courant électrique, le urcissement des grands panneaux préfabriqués. Elle explique e principe du procédé et la manière de réalisation pratique, es résultats obtenus quant au régime thermique, la résistance u béton etc. ; en conclusion, quelques données d'ordre écono- ique sur la consommation d'énergie électrique.

. PLATON : **Mesures devant être prises pour améliorer la ualité du travail de menuiserie des portes et fenêtres**

On propose les mesures devant être prises, selon l'opinion e l'auteur, sur les chantiers de constructions afin d'éliminer n nombre de défections constatées aux travaux de menuiserie es portes et fenêtres et pour assurer une meilleure utilisation u bois de charpente et des produits en bois.

. TERTEA : **Bétons de résistance en scorie basaltique**

L'auteur présente les principaux résultats obtenus à la uite des recherches entreprises en laboratoire sur la possibili- é d'emploi de la scorie basaltique (de Racoş) comme agré- gat dans les bétons compacts de résistance.

L'exposé des principales propriétés physiques et mécaniqu
de la scorie basaltique (de Racoş) et suivi par une présent
tion des résultats obtenus à la suite des essais entrepris s
17 recettes de bétons dans le but de mettre en évidence l'in
portance : de la granulosité de l'agrégat, du remplaceme
de la partie fine de la scorie par du sable de rivière ; de
nature du ciment et du procédé de compactage.

Pour les recettes considérées comme convenables, l'aute
présente les propriétés physiques et mécaniques du béto
durci, ses déformations initiales, ainsi que celles provoqué
par les charges de courte et longue durée, sa durabilité et so
adhérence aux armatures de renforcement.

En conclusion, l'auteur montre que la scorie basaltiqu
peut se voir mise en valeur d'une manière tout à fait effica
par son emploi comme agrégat à la préparation des béto
compacts de la marque 150—250 kgf/cm², ayant une densit
apparente entre 1800 et 2 000 kg/m³, bétons qui présente
en même temps de hautes propriétés d'isolement thermiqu

INHAL

D. GRIGORIU, GH. SĂNDULESCU, M. DABIJA : Tragkon
struktionen für einskige Industriehallen unter Anwendung vo
grossflächigen im Werk gefertigten Spannbetonbauteilen

Es werden vorgeführt die Ergebnisse die erlangt wurde
durch Erzeugung von neuartigen grossflächigen Dachfertig
teilen auf Grund eingehender Studien im Projektierungsinsti
tut für Typenbauten (IPCT) und im Fertigteilwerk durch
geführt.

Es werden in kurzem beschrieben verschiedene Fertigteil
und deren Montage beim Hallenbau. Eine Untersuchung de
Kennziffern und einiger anderer Aspekte (bauliche Lösun
des Entwässerung, der Abdichtung u.a.m.) erlauben hervor
zuheben die besonderen Vorteie von Fertigteilen mit T ode
doppel T förmigem Querschnitt und gekrümmten Obergurt

Der Artikel untersucht auch einige bedeutendere Aspekt
betreffend Bau, Transport und Montage.

FL. DABIJA : Einiges zur Dehnbarkeit und Energieabsorb
tionsfähigkeit vom Stahlbetonbauteilen

In einer modernen Auffassung schenkt man eine besonder
Aufmerksamkeit der Sicherung einer passenden Dehnbarkei
und Energieabsorbtionsfähigkeit der einzelnen bildende
Bauteile sobald es sich um eine erbdebensichere Bemessun
der Tragkonstruktionen handelt.

Der Artikel behandelt, von einem theoretischen Stand-
punkte aus betrachtet, einige Probleme betreffend Schätzun
der Dehnbarkeit und Energieabsorbtions fähigkeit bei au
Biegung beanspruchten Stahl-betonbauteilen ; es werden
besprochen Grundannahmen und Berechnungsschemas, Ein-
fluss gewisser Faktoren u.a.m.

Auf Grund der erlangten Resultate werden einige Schlüss
gezogen betreffend eine zweckmässige Wahl der Verhältniss
der einzelnen Parameter die eintreten ; es folgen einige Vorschläge hinsuchtlich der Gestaltung von auf Biegung beanspruchten Bauteilen die einer erdbebensicheren Stahlbetonkonstruktion angehören so dass deren Dehnbarkeit und Tragfähigkeit zugleich mit einer wirtschaftlichen Bemessung gesichert werden.

R. AGENT : Statik der Tragkonstrucktionen aus Stahlbeton fertigteilen mit einseitig kontinuierlichen Verbindungen

Der Autor befasst sich mit einer Reihe von Fällen die auftreten können bei den Gestaltung von Tragkonstruktionen ans Fertigteilen zusammengesetzt und deren Kontinuität lediglich für negative Biegemomente vorhanden ist (z. B. Kontinuität von Rollbahnträgern über den auskragenden Teil einer Säule). Treten aber in der Fuge auch positive Biegemomente auf so können letztere nicht übernommen werden und die Tragkonstruktion verhält sich als wären diese Fugen gelenkartig ausgebildet.

Auf Grund der oben angeführten Beobachtungen schliesst der Autor wie es angemessener wäre die Berechnung durchzuführen. Ein Zahlenbeispiel erleichtert die Aneignung des Verfahrens.

FL. ALEXANDRESCU : Experimentelle Untersuchungen betreffend das Verhalten verschiedener Verbindungen durch Erdbebenkräfte beansprucht

Der Autor befasst sich mit den Ergebnissen einer Reihe von Prüfungen die durchgeführt wurden und die diejenigen Verbindungstypen betreffen denen die Fugen zwischen zwei grossplattenförmigen Bauteilen angehören : Mörtelschicht, Unterbetonierung, glatte Flächen und Keile entweder allein oder in Verbindung mit einer kleinen vertikalen Beton oder Stahlbetonsäule.

Die dnrchgeführt Prüfungen wurden unter Anwendung einer speziellen Einrichtung für Ubertragung der notwendingen Scherkräfte an die geprüften Bauteile.

M. MANOLACHE : Anwendung der Ordnungseigenschaften von Netzwerken bei der operativen Planung der Bautätigkeiten

Der Autor nimmt sich vor die Ordnungseigenschaften von Netzwerken zu erörtern und hinterer, auf Grund eigener Beobachtungen und Untersuchungen, einige Schlussfolgerungen vorzuführen die der Ausarbeitung von arbeitsprogrammen und der operativen Planung von Bauarbeiten dienen können.

A. BOGHIAN : Elektrisch beschleunigte Erhärtung von vorgefertigten Grossplatten aus Leichtbeton gegossen in transportablen Werken

Im Artikel wird geschildert die Erfahrung die gewonnen wurde hinsichtlich der anwendung eines verhältnismässig einfachem Verfahrens angewandt an verschiedennen Baustellen um die Erhärtung von vorgefertigten Grossplatten zu beschleunigen mit Hilfe des elektrischen Stroms.

Es werden beschieben die Grundlagen des Verfahrens sowohi wie seine praktische Anwendung und angegeben die Ergebnisse die erlangt wurden betrerend wärmetechnisches Regime und Betongüte; schliesslich kommen noch einige wirtschaftliche Angaben hinsichtlich des Stromverbrauchs

V. PLATON : Einige notwendige Massnahmen für eine qua tative Verbesserung von Tür- und Fensterrahmen

Es werden angegeben diejenigen Massnahmen die an Baustelle getroffen werden sollten um die Fehler von T und Fensterrahmen zu tilgen, dem Bauholz und den zerzeugnissen eine höhere Verwertung zu sichern und schl lich die Qualität von Tür- und Fensterrahmen zu he

I. TERTEA : Hochwertige Betone aus Basaltschlacke

Der Artikel führt vor die bedeutendsten Ergebnis Laborforschungen betreffend die Anwendung von schlacke (aus Racoş) aus Zuschlagstoff für kompakt wertige Betone.

Nach einer Aufzählung der physikalisch-mechanis genschaften der Basaltschlacke (aus Racoş) werd geben die Ergebnisse der Prüfungen durchgeführt wendung von 17 verschiedenen Betonarten um Weise hervorzuheben den Einfluss den Kornzusamm Einsetzen von Fluszsand statt Schlackefeingehal art und Verdichtung ausüben.

Für vier annehmbare Betonarten werden die p mechanischen Eigenschaften des erhärteten Bet fangverformungen sowohl wie diejenigen die oder langanhaltenden Belastungen eintreten, keit und Haftung an Stahl angegeben.

Im Schluss wird hervorgehoben dass eine h g der Basaltschlacke möglich ist indem mar Zuschlagstoff für dichte Betone mit 15 Druckfestigkeit und, einer Dichte von 1800 artige Betone weisen auch höhere w genschaften auf.

СОДЕРЖАНИЕ

Д. ГРИГОРИУ, Г. СЭНДУЛЕСКУ, М. ДАБИЖА: **Конструктивные схемы промышленных одноэтажных цехов, возведенных из большой площади преднапряжённых бетонных элементов заводского изготовления**

Описаны результаты полученные в отношении внедрения в производство новых видов сборных — большой площади — элементов крыш. Это последовало за изучением, проведенным Институтом по проектированию типизированных зданий и сооружений (ИПЧТ)и промышленностью сборных элементов.

Вкратце представлены различные виды сборных элементов и способы их сборки при возведении промышленных цехов.

Основываясь на анализе показателей и прочих аспектах (строительное решение водоудоляющих элементов, изоляции и т.п.), указывается на особые преимущества тавровых и спаренных тавровых элементов с кривой внешней поверхностью.

В статье рассмотренны также важнейшие аспекты изготовления, транспортирования и монтажа.

ФЛ. ДАБИЖА: **Некоторые аспекты тягучести железобетонных элементов и их способности поглощения энергии**

В современном понятии проектирования зданий и сооружений, выдерживающих сейсмические воздействия, вопросы, связанные с обеспечением тягучести и соответствующей способности железобетонных элементов поглощать энергию, занимают весьма важное место.

В статье представлены, с теоретической точки зрения, некоторые проблемы, относящиеся к оценке тягучести железобетонных изгибаемых элементов и ими поглощаемой энергии, с обсуждением гипотезы и схематизации расчёта влияния различных факторов и т.п.

Основываясь на полученных результатах сделаны определённые выводы, касающиеся рационального выбора соотношений параметров и сделан ряд предложений относительно решения изгибаемых элементов входящих в антисейсмическкие несущие железобетонные схемы, с таким расчётом, чтобы их прочность и тягучесть была бы обеспечена одновременно с экономичностью.

АДЖЕНТ: **Статический расчёт несущих схем, состоящих из сборных железобетонных элементов, стыки которых обладают односторонней неразрезаемостью**

статье описан тип случаев, которые могут появиться при несущих схемах, выполненных из сборных ентов, неразрезаемость которых обычно осуществтся только в местах отрицательных моментов ример: неразрезаемость балок под мостовые краны орах, состоящих из консол-колонн). При случае, в стыках возникают и положительные момент кому перенять и система ведёт себя так как будто казанных точках существовали шарниры.

одя из этих замечаний, автор показывает как т поступать оптимально при расчёте. .Для ения понимания, изложенное иллюстрируется ами.

ЕКСАНДРЕСКУ: **Экспериментальные исследования относительно поведения некоторых систем ания при статических нагрузках**

е изложены результаты ряда испытаний, прох над различными видами стыков элементов ных панелей: на прослойке из строительного с последующим бетонированием нижней ими плоскостями стыка и на шпонках, ые как таковые или в сочетании с вертибетонными или железобетонными невыами.

:пытания производились на специально обору-
.нном приспособлении, которое передавало подо-
ıым элементам необходимое разрезающее усилие.

ИАНОЛАКЕ: Применение упорядоченных свой-
в графов при оперативном планировании строи-
льно-монтажной деятельности

втор задался целью трактовки упорядоченных свой-
графов с показанием нескольких выводов, ос-
ıнных на собственных наблюдениях и исследова-
х, которые могут служить при разработке кален-
ıых графов и при оперативном планировании
гроительстве.

БОГИАН: Ускорение твердения при помощи элек-
ıического тока крупных панелей, изготовляемых
з лёгкого бетона на передвижных полигонах

статье описан опыт применения на строительных
щадках относительно несложного способа по уско-
ию твердения сборных крупных панелей, исполь-
для этой цели электрический ток.
писаны: принцип применённого способа; его прак-
ское выполнение; полученные результаты, каса-
іеся теплового режима; прочность бетона и эко-
ические данные, относительно расхода электро-
эгии.

ПЛАТОН: Мероприятия, которые следует
редпринять для улучшения качества окон и дверей,
спользуэмых в сртроительстве.

писан ряд мер, которые следует принять на строй-
щадках с целью устранения ряда дефектов, кон-
:ированных на окнах и дверях обеспечения луч-
о использования лесоматериалов и изделий из
:; повышения качества окон и дверей.

ТЕРТЯ: Несущий бетон на агрегатах из базаль-
овой застывшей лавы

В статье представленны важнейшие результаты
ораторных исследований, касающиося использо-
ия базальтовой застывшей лавы (из залежа в Ра-
іе), в виде агрегата для плотного, несущего бетона.
Іосле изложения главных физико-механических свой-
базальтовой ракошской лавы, приведены резуль-
ы испытания. 17-ти рецептов дозировок, выявляя,
им образом, влияние зернистости агрегата , замены
кой части застывшей лавы карьерным песком, вида
іента и способа уплотнения.
Іля случая четырёх рецептов, которые сочли под-
іящими, приведены физико-механические свойства
вердевшего бетода, исходные деформации, а также
деформации, возникающие под краткими и долго-
менными нагрузками, выносливость и сцепление
арматурой.
3 заключении указывается на то, что застывшая
альтовая лава может быть лучше использована
этребляя её в виде агрегата для компактного бетон
эки 150—250 кГ/см^2 и с объёмным весом 1.800—
00 кГ/см^3, который, одновременно, обладает и луч-
ми теплоизоляционными свойствами.

Structuri de hale industriale parter realizate cu elemente cu suprafaţă mare de beton precomprimat produse uzinat*

Ing. **D. Grigoriu**, ing. **Gh. Săndulescu**, ing. **Mioara Dabija**

I. CONSIDERAŢII GENERALE

Ritmul impetuos de creştere a potenţialului industrial al României de azi — materializat pentru sectorul construcţiilor printr-o permanentă creştere a volumului de clădiri — a impus inginerilor constructori executanţi şi proiectanţi să se preocupe permanent de găsirea unor noi rezolvări şi a unor noi metode de realizare, care să asigure mărirea gradului de industrializare a execuţiei construcţiilor şi să lărgească domeniul de aplicare a elementelor prefabricate uzinate, prin performanţe funcţionale superioare, indici de consum, manoperă şi cost cît mai scăzuţi, ca şi prin reducerea duratei de execuţie.

Folosirea în ultimii zece ani pe scară tot mai largă în construcţia halelor industriale de producţie şi depozitare (parter) a prefabricatelor de beton precomprimat — concomitent cu crearea unei reţele puternice de fabrici de prefabricate dotate cu mijloace corespunzătoare de confecţionare şi manipulare, cu ateliere specializate în execuţia utilajelor şi instalaţiilor de formare a prefabricatelor, cu cadre experimentate etc. — au creat premisele pentru introducerea unei noi soluţii de eficienţă sporită, anume aceea a elementelor prefabricate de suprafaţă mare de beton precomprimat.

Introducerea unor astfel de elemente este de natură să sporească eficienţa tehnico-economică în raport cu soluţiile cu elemente liniare, în special, prin următoarele :

— aportul favorabil al greutăţii mari a elementelor în momentul transferului forţei de precomprimare (în greutatea elementului se include şi placa acoperişului) permite reducerea indicilor de consum din nervurile principale (mai ales a oţelului superior) ;

— precomprimarea poate fi folosită în forma ei cea mai eficientă prin utilizarea toroanelor mari aderente ;

— posibilitatea măririi în condiţii economice a reţelei de stîlpi, cu adoptarea curentă a traveei de 12 m ;

— forma elementelor se pretează adeseori la realizarea unor tehnologii cu grad foarte ridicat de industrializare şi cu manoperă redusă ;

— reducerea numărului total de elemente prefabricate care se asamblează, ca urmare a dimensiunilor lor mari şi a sortimentului redus (în general, un element de suprafaţă şi o grindă de susţinere), duce la importante avantaje pe şantier, legate de micşorarea manoperei, a duratei de execuţie şi de o mai bună folosire a utilajelor.

Ţinînd seama de avantajele posibile de mai sus, în ultimii ani s-au introdus în producţie şi investiţii elemente de suprafaţă de beton precomprimat, cum sînt elementele T drepte de 12 m pentru acoperişuri (proiectant I.P.I.M.P.C.) sau elementele TT drepte de 6 şi 9 m pentru planşee, seria chesoanelor de 1,5 × × 12 m şi ulterior 1,5 × 18 (sau 15) m, proiectate de I.P.C.

II. TIPURILE DE ELEMENTE STUDIATE

Pornind de la ideea obţinerii unor elemente cît mai eficiente, în cadrul I.P.C. s-au întreprins recent studii adîncite asupra unor noi soluţii şi tipuri de elemente de suprafaţă mare de beton precomprimat prefabricat, care au urmărit să asigure indici de consum şi cost cît mai coborîţi, un domeniu de aplicare cît mai larg, precum şi posibilitatea realizării lor la un nivel foarte ridicat de industrializare.

Parametrii geometrici avuţi în vedere au fost deschideri de 12, 15, 18 şi 24 m, cu travee de 12 m (de bază) şi 6 m. Pentru deschiderile de 15 şi 18 m s-au analizat şi travee mărite de 15 m, respectiv 18 m.

S-a avut în vedere satisfacerea în condiţii optime a unei serii de funcţiuni, printre care :

— posibilitatea folosirii unor termoizolaţii de tip uşor şi greu, în funcţie de materialele termoizolatoare disponibile, pentru umidităţi interioare de 60—85% ;

— iluminarea naturală prin luminătoare punctiforme de tip cupoletă şi de tablă subtire sau în benzi continue ;

— posibilitatea de a se suspenda diverse sarcini (conducte, instalaţii, transport uşor suspendat) ;

— realizarea de tavane netede în interior, obţinute chiar prin forma elementelor, pentru a se evita depunerile de praf, microorganisme etc. ;

— posibilitatea de a se realiza goluri mai mari în acoperiş, pentru asigurarea ventilaţiei naturale ;

— rezolvarea unor condiţii specifice pentru asigurarea ventilaţiei forţate, prin realizarea spaţiilor necesare conductelor în înălţimea elementelor sau chiar în elementul de acoperire.

---

* Studiile şi proiectele elementelor de suprafaţă mare au fost elaborate de un colectiv de ingineri şi arhitecţi din I.P.C. O contribuţie importantă au avut : ing. D. Grigoriu şi ing. Gh. Săndulescu, iar din partea C.I.P.B., ing. C. Ciolacu ; de asemenea, ing. M. Dabija, ing. R. Giurgea, ing. V. Mureşanu, ing. G. Niculescu, ing. V. Petrescu, arh. R. Creţoiu, arh. Şt. Oprişescu, arh. V. Jipa.

Trebuie menţionat că aspectul interior şi exterior al halelor a constituit o preocupare importantă, urmărindu-se o rezolvare cît mai bună, fără sporuri de cost. Din acest punct de vedere, soluţiile cu elemente de suprafaţă permit crearea unor ritmuri şi cadenţe interioare agreabile.

În legătură cu parametrii şi condiţiile funcţionale avute în vedere, elementele studiate se pot împărţi în două categorii :

a) elemente de suprafaţă destinate construcţiilor obişnuite, cărora nu li se cer condiţii funcţionale speciale, în această categorie intrînd elementele de tip TT, T, Y, P.H. etc. ;

b) elemente de suprafaţă specifice anumitor funcţiuni şi condiţii tehnologice speciale (elemente cutate de diverse tipuri, putînd alcătui canale închise).

Pentru deschiderile de 12 la 24 m s-au studiat :

1. Elemente de tip TT cu extrados curb sau în două pante

Elementele au lăţimi de 2 şi 3 m, cu îngroşarea plăcii la capete (rigidizări) (fig. 1, 2).

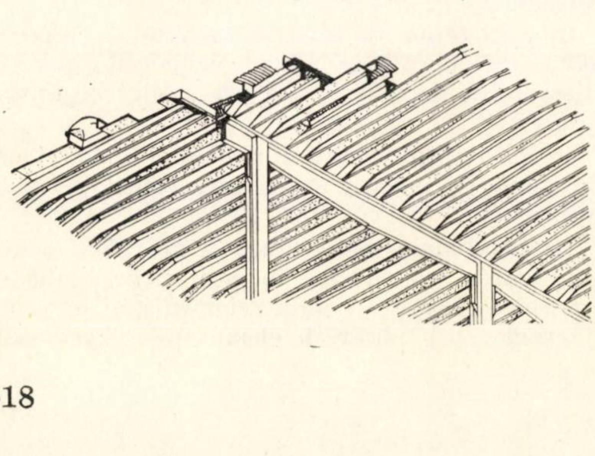
Acest fel de elemente oferă avantaje funcţionale importante, legate mai ales de posibilitatea amplasării lor şi de realizarea unor goluri diverse în placa acoperişului (în porţiunea dintre nervuri), a suprafeţelor interioare lise etc.

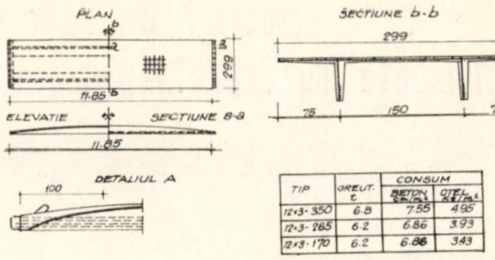
Elementele cu intrados curb au fost concepute ca pînze subţiri de tip cilindric (scurt), avînd ca diafragme de rezemare nervurile longitudinale; îngroşarea plăcii la capete realizează nervurile transversale ale pînzei, asigurînd o transmitere convenabilă a eforturilor, dublată de condiţii avantajoase pentru preluarea eforturilor la transferul forţei de precomprimare, precum şi la expulzarea din tiparul metalic de formare.

Forma curbă adoptată permite descărcarea în boltă a sarcinilor aplicate pe element, prin opoziţie cu elementele TT cu două pante, la care întreaga sarcină este preluată prin încovoierea plăcii acoperişului în sens transversal elementului.

Acest mod de lucru deosebit diferenţiază cele două familii de elemente sub aspectul eficienţei tehnico-economice, între elementele TT curb şi TT cu două pante rezultînd — în favoarea primelor — avantaje la consumul de beton, la cost şi mai ales la consumul de metal (de ordinul 20—25%).

Fig. 1 – Structură cu elemente TT curb dispuse transversal halei şi grinzi longitudinale principale (de 12 m)





TIP	GREUT. t	CONSUM	
		BETON cm/m²	OTEL kg/m²
12×3-350	6.8	7.55	4.95
12×3-265	6.2	6.86	3.93
12×3-170	6.2	6.86	3.43

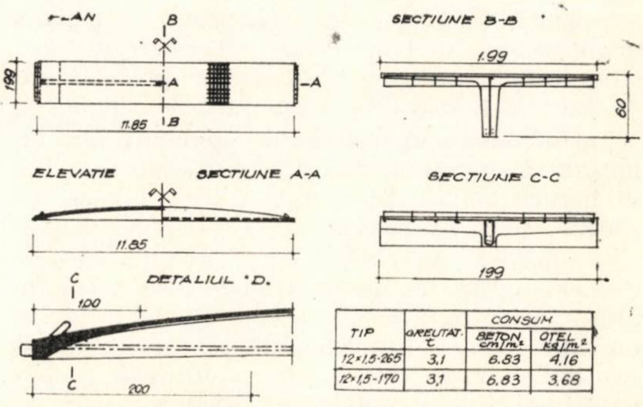
Fig. 2 – Element TT curb (12 × 3 m) de beton precomprimat

Trebuie arătat că în ceea ce priveşte lăţimea prefabricatelor, din studiile întreprinse a rezultat că elementele de 3 m lăţime întrunesc, în raport cu cele de lăţime mai redusă (2 şi 1,5 m), avantaje apreciabile legate de consumuri, cost, manoperă de montare, durată de execuţie, fără să ridice probleme speciale de transport (pentru deschiderile de 12—18 m).

2. Elemente de tip T cu extrados curb sau în două pante

Elementele au lăţimi de 1,5 sau 2,0 m (fig. 3).

Ca mod de lucru, ele sînt asemănătoare elementelor TT curbe şi au fost concepute pentru a fi executate în aceleaşi tipare ca şi acestea (cîte două simultan).



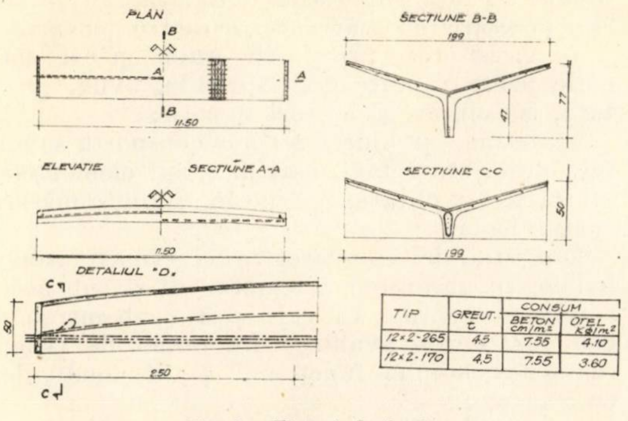
TIP	GREUTAT. t	CONSUM	
		BETON cm/m²	OTEL kg/m²
12×1,5-265	3,1	6.83	4.16
12×1,5-170	3,1	6.83	3.68

Fig. 3 – Element T curb (12 × 1,5 m). Se execută în acelaşi tipar cu elementele TT curb 12 × 3 m

Ele pot constitui elemente indicate acolo unde elementele TT ar putea fi utilizate mai greu, datorită greutăţii mai mari (de exemplu, la deschiderile de 24 m) sau unde transportul s-ar face pe cale rutieră şi pe drumuri de acces cu raze foarte mici.

3. Elemente de tip Y cu extrados curb sau în două pante

Elementele au lăţimi de 1,5 şi 2 m, cu pante ale aripilor de 20% şi 30% (fig. 4).



TIP	GREUT. t	CONSUM	
		BETON cm/m²	OȚEL kg/m²
12×2-265	4.5	7.55	4.10
12×2-170	4,5	7.55	3.60

Fig. 4 – Element de tip Y

Acestea prezintă caracteristici destul de apropiate de ale familiei elementelor T şi TT, dar trebuie arătat că asamblarea lor în hale ridică unele probleme mai dificile, legate de scurgerea apelor în doliile grinzilor principale, de amplasarea şi realizarea luminatoarelor. De asemenea, execuţia lor este ceva mai dificilă, iar în exploatare se poate constata că — deşi materialul este raţional distribuit în secţiunea unui element — prezintă un grad mai ridicat de sensibilitate la variaţii posibile ale calităţii betoanelor.

4. Elemente de tip paraboloid hiperbolic (P.H.)

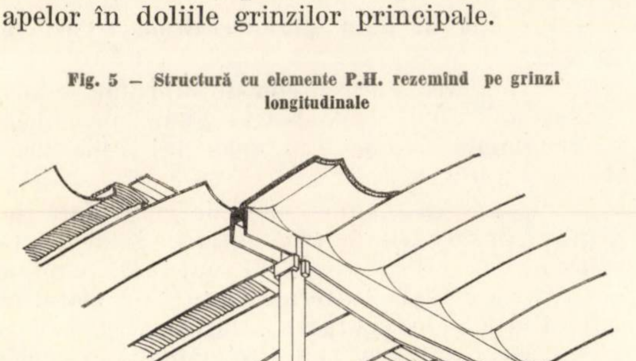
Din punctul de vedere al geometriei, acestea sînt realizate cu două familii de generatoare rectilinii, după care se dispun fasciculele de toroane încrucişate (fig. 5 şi 6).

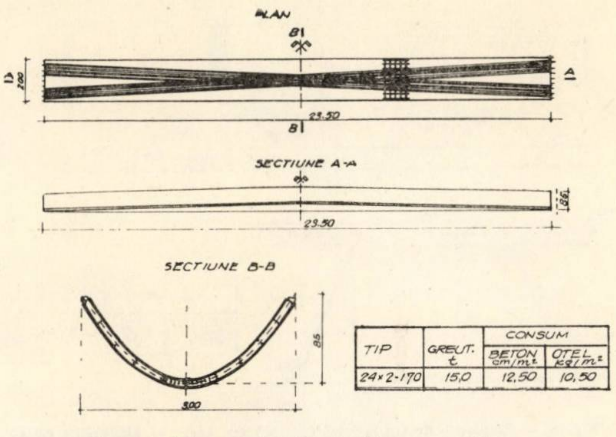
Elementele sînt prevăzute cu săgeţi de mijloc, deduse din condiţia ca toroanele, care se aşază pe linia generatoarelor, să intersecteze conturul elementului numai pe laturile scurte.

Au fost studiate pentru lăţimi de 2 şi 3 m şi lungimi de 12—24 m.

Familia de elemente P.H. prezintă interesante avantaje funcţionale (tavan neted, cu aspect plăcut), deşi halele cu mai mult de 2—3 nave ridică probleme legate de scurgerea apelor în doliile grinzilor principale.

Fig. 5 – Structură cu elemente P.H. rezemînd pe grinzi longitudinale





TIP	GREUT. t	CONSUM	
		BETON cm/m²	OȚEL kg/m²
24×2-170	15,0	12,50	10,50

Fig. 6 – Element P.H. de deschidere mare (24 m)

5. Elemente de tip unde cutate sau plan cutate

Acestea au fost studiate în secţiuni variate ‾_/‾, _/‾_, W), fiind pretensionate cu toroane dispuse în pereţii laterali (fig. 7).

Aceste familii au fost studiate pentru deschideri de 18 şi 24 m, datorită anumitor avantaje pe care le-ar putea prezenta din punct de vedere funcţional (de exemplu, crearea unor canale de ventilaţie prin închiderea cu plăci de tavan).

6. Elemente de tip special

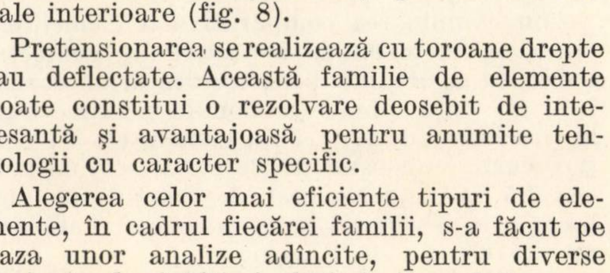
Acestea au secţiunea /‾\ fiind avantajoase la deschideri de 18 şi 24 m şi putînd crea canale interioare (fig. 8).

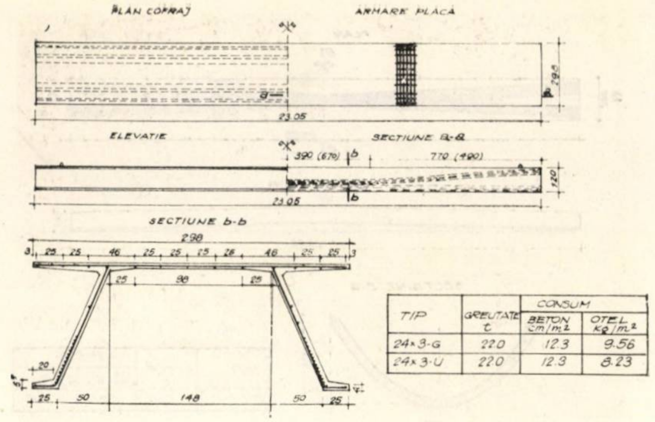
Pretensionarea se realizează cu toroane drepte sau deflectate. Această familie de elemente poate constitui o rezolvare deosebit de interesantă şi avantajoasă pentru anumite tehnologii cu caracter specific.

Alegerea celor mai eficiente tipuri de elemente, în cadrul fiecărei familii, s-a făcut pe baza unor analize adîncite, pentru diverse variante de înălţimi, lăţimi şi rezolvări constructive de detalii (grosimi, aşezări ale armăturii etc.).

Din studiile întreprinse a rezultat că este mai avantajoasă utilizarea toroanelor mari, de tip TBP 12 (7 Ø 4), cu excepţia elementelor de tip P.H., unde sînt convenabile toroanele de tip TBP 9 (7 Ø 3).

Fig. 7 – Structuri cu elemente cutate (‾_/‾)





TIP	GREUTATE t	CONSUM	
		BETON cm/m2	OTEL kg/m2
24×3-G	22.0	12.3	9.56
24×3-U	22.0	12.3	8.23

Fig. 8 – Elemente de tip special ($\overline{/\ \backslash}$) cu care se alcătuiesc canale închise

Betoanele prevăzute sînt de marca B 500, cu rezistență la transferul forței de precomprimare de 350 kg/cm².

S-au făcut examinări pentru eventuala folosire a unor betoane de marcă B 600, cît și B 400. Mărirea mărcii nu are, practic, avantaje importante. Doar la elementele de tip Y și P.H. este în măsură să micșoreze întrucîtva sensibilitatea acestora la abaterile de marcă a betonului. Pe de altă parte, micșorarea mărcii are implicații nefavorabile asupra pierderilor de tensiune din armătura preîntinsă și necesită sporirea secțiunii de beton (respectiv greutatea elementului) datorită rezistențelor scăzute care trebuie admise în acest caz la transfer (cca 280 kg/cm²).

Din examinarea comparativă a elementelor studiate, incluzînd și aspectele de confecționare, transport, montare, rezultă următoarele:

— eficiența tehnico-economică maximă o au, la deschideri de 12—18 m, elementele TT curb și T curb, cu consumuri de metal variind între cca 3,5—5 kg/m² și cost de ordinul 100—140 lei/m²; la deschideri de 24 m, cele mai eficiente rezultă elementele T curb;

— elementele cu două pante frînte (de exemplu, TT, Y, T) sînt mai puțin avantajoase, consumînd beton mai mult și oțel de ordinul 20%;

— elementele P. H. sînt avantajoase atîta timp cît halele au numai 2—3 nave, astfel ca în rezolvarea acestora să se poată elimina doliile din lungul grinzilor principale;

— lățimile mai mari ale elementelor (respectiv cele de 3 m) sînt de preferat, ducînd la reduceri ale consumului de metal pînă la 1 kg/m² și ale prețului de cost cu 8—10% la elementul gata montat.

O comparație completă între diversele familii de elemente studiate, în care se includ și aspectele legate de alcătuirea de ansamblu a halelor, trebuie să țină seama, însă, și de următoarele deosebiri;

— implicațiile privind scurgerea apelor; astfel, în timp ce la elementele T și TT (curbe sau frînte) doliile sînt simple, la toate celelalte elemente cu fața superioară ondulată sau cutată sînt necesare rezolvări speciale de tip „chenau";

— necesitatea prevederii unor grinzi speciale pentru aceste dolii speciale, avînd greutate, consumuri și costuri sporite;

— termo- și hidroizolațiile comportă suprafețe desfășurate mai mari în cazul elementelor ondulate sau cutate, sporind în anumită măsură costul halei.

Din studiile comparative efectuate asupra halelor în ansamblu a rezultat că și sub acest aspect elementele TT curb și T curb întrunesc cele mai multe avantaje din punct de vedere tehnico-economic, funcțional și al condițiilor de execuție.

Ca ordin general de mărime al indicilor de cost și consumuri rezultați pentru structuri de hale curente (inclusiv fundații) se menționează cu titlu informativ următoarele:

— la deschideri de 12—18 m și travee de 6—12: beton 19,5—22,5 cm/m²; oțel 10,5—12,5 kg/m²; cost 195—255 lei/m²;

— la deschideri de 24 m, cu travee de 6 m; beton 22—24 cm/m²; oțel cca 15 kg/m²; cost cca 290 lei/m²;

— pentru necesități tehnologice speciale, trecerea la rețele mărite de 15 × 15 m sau 18 × × 18 m se face în limite acceptabile, fără sporuri importante.

Pentru halele care impun condiții speciale tehnologice (în special pentru industriile care necesită tavane lise, fără intrînduri) au rezultat avantajoase și elementele de tip P.H. (paraboloizi hiperbolici) de 15 și 18 m deschidere (lățime 3 m).

Pentru hale cu condiții speciale de climatizare a ventilației artificiale, elementele specifice de tip $\overline{/\ \backslash}$ prezintă importante avantaje funcționale, permițînd realizarea unor canale închise de ventilație (prin alăturarea a cîte două elemente) în condiții tehnico-economice avantajoase.

III. ASPECTE PRIVIND ALCĂTUIREA DE ANSAMBLU A HALELOR REALIZATE CU ELEMENTE DE SUPRAFAȚĂ

Geometria în plan permite două tipuri de rezolvări:

— dispunerea elementelor de suprafață transversal halei, cu rezemarea pe grinzi principale longitudinale de 6 și 12 m, eventual și mai mari (15 și 18 m);

— dispunerea elementelor de suprafață pe grinzi transversale la 12 m interax și de 12, 15 și 18 m deschidere (eventual mai mari, cînd se pot utiliza grinzi sau ferme metalice). Datorită dificultăților de scurgere a apelor, pentru o asemenea rezolvare apar indicate numai elementele T și TT.

În limita greutății de 12,5 t impusă prefabricatelor, trebuie arătat că prima rezolvare indicată mai sus permite realizarea unor elemente care pot prelua încărcări mai mari, ca, de exemplu, sarcini suspendate la deschidere de 18 m sau elemente de 24 m deschidere (T curb), în timp ce a doua rezolvare nu îngăduie decît grinzi de maximum 18 m deschidere, cu termoizolaţii uşoare şi fără sarcini suspendate.

În ceea ce priveşte alcătuirea generală a structurilor, s-a admis ca schemă statică, în ambele variante, cadrul cu articulaţii la partea superioară (de fapt, cu noduri cu continuitate constructivă limitată), această rezolvare rezultînd avantajoasă în cazul prefabricatelor.

Pentru preluarea forţelor orizontale din planul acoperişului, sub acţiunea forţelor seismice, elementele de suprafaţă sînt concepute pentru a alcătui o diafragmă. În acest sens :

— s-a prevăzut realizarea unor grinzi de tip Vierendel, la care tălpile sînt construite din grinzile principale de susţinere, iar montanţii (elementele de suprafaţă) sînt cu rigiditate, practic, infinită ; momentele care se introduc în aceşti montanţi se preiau prin mustăţile ce ies din elemente ;

— îmbinările de-a lungul elementelor principale sînt umede, cu monolitizare, asigurînd o distribuţie uniformă, cu evitarea eforturilor concentrate şi redînd astfel, în parte, caracterul monolit al acoperişului.

Pentru cazurile speciale ale unor construcţii cu deschideri mari amplasate în zone puternic seismice sau ale unor hale cu poduri rulante grele există posibilitatea de a se realiza diafragme cu capacitate sporită, prin introducerea de îmbinări suplimentare a cîte două elemente alăturate.

IV. CONSIDERAŢII ASUPRA PROBLEMELOR DE EXECUŢIE ŞI TRANSPORT

Elementele de suprafaţă sînt concepute ca formă şi dimensiuni aşa fel încît să asigure execuţia lor în condiţii superioare de calitate şi productivitate, cu un grad de industrializare foarte ridicat.

Confecţionarea lor se bazează pe ideea realizării elementelor în tipare de tip ,,cochilă'' şi încălzitoare, la care nici o piesă nu este mobilă, cu autoexpulzare o dată cu transferul forţei de precomprimare (de exemplu, cele realizate în cazul elementelor de tip TT curb din figura 9).

Decofrarea laterală s-a admis numai la unele elemente (¯_/¯, /¯¯\), avînd caracter cu totul excepţional şi limitat.

În felul acesta s-au asigurat premisele pentru realizarea unei calităţi superioare, cu abateri dimensionale minime şi păstrarea în timp a dimensiunilor iniţiale ale piesei, cu evitarea segregărilor la muchiile de la partea inferioară etc.

Pentru asigurarea grosimilor constante şi a acoperirilor de beton prevăzute, tiparele permit — prin modul cum sînt concepute — utilizarea vibrofinisoarelor de suprafaţă (fig. 9).

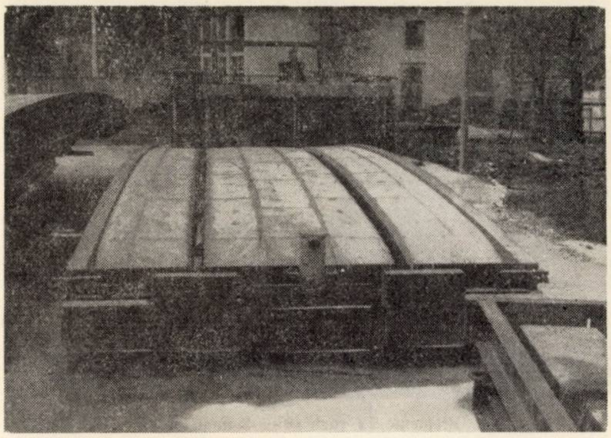


Fig. 9 — Tipar de tip ,,cochilă" pentru elementele T şi TT curb

Tehnologia de execuţie, la care urmează să se folosească tipare autoportante (care preiau singure forţa din armătura preîntinsă) şi care totodată sînt autovibrante, permite realizarea elementelor chiar şi pe şantier, prin deplasarea tiparelor (alcătuite din tronsoane) şi asamblarea lor la faţa locului ; bineînţeles, în acest caz sînt necesare echipe specializate.

În felul acesta se pot executa şi elemente de 24 m lungime, care în prezent ridică probleme dificile de transport.

În funcţie de dimensiunile lor, tipurile de elemente de suprafaţă mare studiate se înscriu într-o gamă de greutăţi cuprinse între 5 şi 18 t, astfel încît, în general — împreună cu dispozitivele de manipulare — greutatea lor să se înscrie în limite de 20 t. Ţinînd seamă de posibilităţile fabricilor existente (12,5 t), s-au prevăzut variante de elemente pentru situaţiile curente care se înscriu în această limită (de exemplu, utilizînd lăţimi mai înguste). Trebuie arătat însă că, în general, astfel de elemente, care au greutatea mai redusă, duc la sporuri de consum de beton, oţel şi cost, ceea ce arată că dotarea fabricilor de prefabricate cu utilaje grele (poduri de 20 t) este avantajoasă.

S-a acordat o importanţă deosebită problemei transportului pe calea ferată, precum şi cu mijloace auto. Pe calea ferată, elementele de 12—18 m lungime pot fi transportate cu mijloace existente, cu amenajări simple ale vagoanelor.

În ceea ce priveşte transportul auto, pentru elementele de dimensiuni curente (12, 15 şi unele tipuri de 18 m) se pot folosi amenajările obişnuite ale utilajelor care se produc în ţară.

Pentru lungimi mari, mai ales de 24 m, sînt necesare mijloace special echipate.

Pentru montare s-au prevăzut dispozitive auxiliare analoge grinzilor cu inimă plină, proiectate o dată cu elementele.

Pentru montarea propriu-zisă, ţinînd seamă de dimensiunile elementelor şi de greutăţile acestora, se pot folosi utilaje de mare capacitate şi randament, de tipul celor curente utilizate azi în ţară.

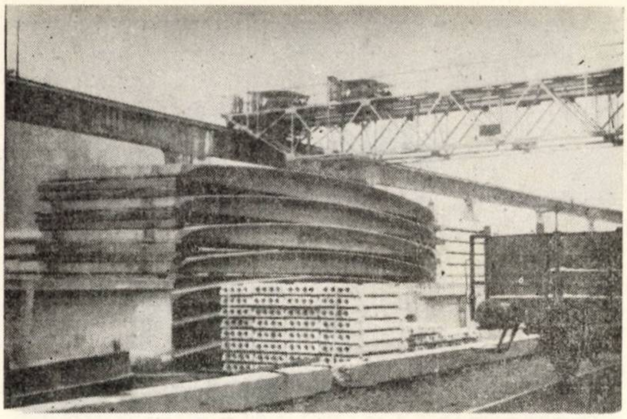


Fig. 10 – Elemente TT curb 12 × 3 m în depozitul fabricii

Seria de elemente T și TT curb, care au cea mai mare eficiență tehnico-economică, are următoarele tipuri de bază:

Tipul de element	L (deschidere) m	Lățime, m
TT curb	12,0	3,0
	15,0	2,0 ; 3,0
	18,0	2,0 ; 3,0
	24,0	2,0
T curb	12,0	1,5
	15,0	1,5
	18,0	1,5
	24,0	1,5 ; 1,0

Elementele de tip T și TT curb de 12 m deschidere au intrat în producție (fig. 10 și 11). Totodată, sînt în curs încercări experimentale ale unor prototipuri de 18 m, în vederea intrării în producție a întregii familii.

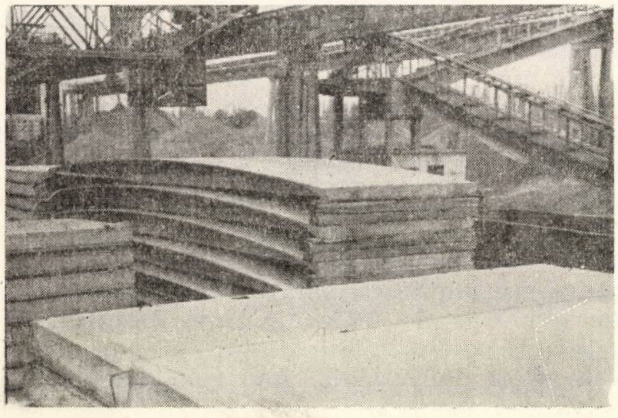
Una dintre principalele caracteristici ale prefabricatelor T și TT curb constă în strînsa îmbinare dintre concepția constructivă și cea a tehnologiei de confecționare, asigurîndu-se, concomitent următoarele performanțe :

— consumuri deosebit de coborîte de oțel, ciment, cost, manoperă (confecționare + montaj) în raport cu soluțiile existente de mare răspîndire (de exemplu, la cost, reducerea este de ordinul 10—15 %, iar la oțel de ordinul 30 %);

— satisfacerea unei largi game de necesități funcționale, printre care posibilitatea introducerii de luminătoare diverse, goluri mari de ventilație, aplicarea de eventuale sarcini suspendate de acoperiș, aglomerări de zăpadă etc. ;

— o mare simplitate la confecționare, dublată de o calitate superioară, obținute prin utilizarea unor noi soluții de tehnologie.

Fig. 11 – Elemente TT curb 12 × 3 m



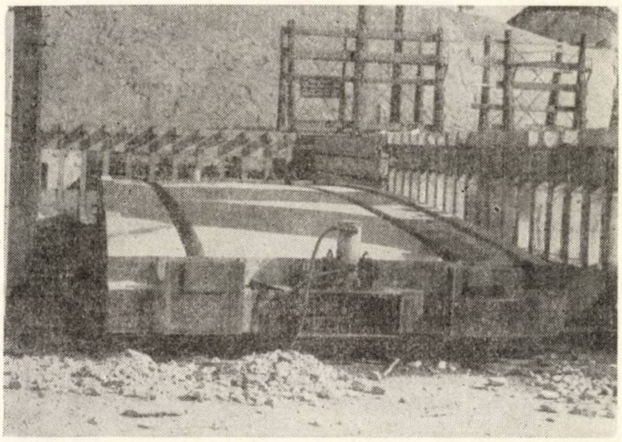


Fig. 12 – Tipar de tip „cochilă“ autoportant, autovibrator și încălzitor

Pentru satisfacerea necesităților funcționale și asigurarea posibilității de diversificare a construcțiilor, seria de elemente T și TT curb prezintă, în cadrul fiecărei deschideri, cîte trei trepte de încărcări, corespunzînd situațiilor ce se pot ivi în proiectarea curentă (respectiv, cu trei variante de armare).

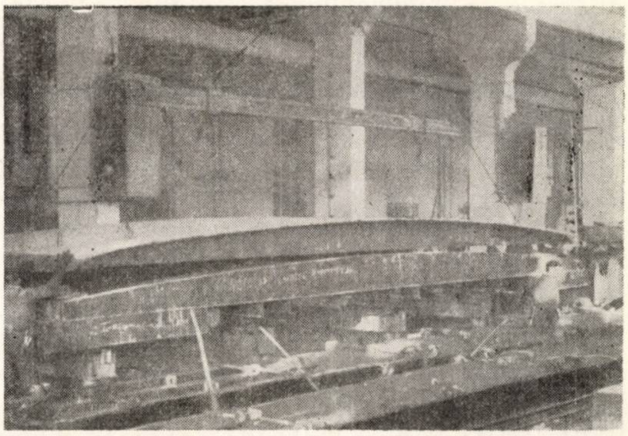


Fig. 13 – Element TT curb 12 × 3 m în momentul scoaterii din tipar

Elementele T și TT curb sînt concepute pentru a se realiza în tipare de tip „cochilă'' autoportante (capabile să preia forța de preîntindere a toroanelor), încălzitoare și autovibratoare ; forma elementelor permite scoaterea ușoară din tipar, la transferul forței de precomprimare, cu ajutorul unor dornuri acționate hidraulic la extremitățile nervurilor (fig. 12 și 13).

Elementele T se execută în tiparul elementelor TT (turnîndu-se cîte două simultan). Pentru elementele de 2 şi 3 m lăţime (cum este cazul la deschiderea de 18 m) s-a prevăzut şi posibilitatea realizării lor cu un tipar unic, universal, prin desfacerea şi reasamblarea lui la lăţimea dorită.

Elementele de 12 m deschidere au fost experimentate, înainte de intrarea în producţia de fabrică, atît în ceea ce priveşte confecţionarea tehnologică, cît şi capacitatea portantă (fig. 14).

Experimentările respective au confirmat buna comportare a elementelor, cu o conlucrare corespunzătoare între placă şi nervură, cu grad de avertizare mare, obţinîndu-se coeficienţi de siguranţă corespunzători, cu o sensibilitate redusă la variaţiile în minus ale mărcii de beton.

În cadrul încercărilor s-a putut confirma că prin forma curbă a plăcii se realizează o pînză cilindrică de tip scurt, cu descărcarea sarcinilor în boltă. De asemenea, că solicitări mai importante de încovoiere în placă (în sens transversal elementului) apar numai în faza finală, cînd deformaţiile nervurilor devin mari (în momentul ruperii de ordinul 1/70—1/50). Capacitatea portantă a plăcii depinde astfel, în mare măsură, de rigiditatea nervurilor pe care reazemă (lucru, de altfel, de aşteptat).

Stabilirea mai adîncită a stării de eforturi pentru diversele trepte de încărcare (mai ales în preajma ruperii) urmează să fie făcută pe baza unor cercetări experimentale ulterioare. În etapa actuală s-a adoptat de aceea, în mod acoperitor, o armătură sporită a plăcii, cu toate că încercările efectuate au demonstrat că, cu armături reduse, rezultate din calcul, coeficienţii de siguranţă sînt buni.

Încercările experimentale au arătat, de asemenea, că la nervurile (grinzile) care prezintă o variaţie (scădere) a înălţimii între cîmp şi reazem există posibilitatea ca, în cazul folosirii unor toroane mari 7 Ø 4 (TBP 12), piesa să cedeze prin smulgerea armăturii preîntinse.

De aceea, armarea de capăt a nervurilor pe zona de ancorare a armăturii preîntinse s-a asigurat acoperitor ca pentru o grindă de beton armat obişnuită, cu etrieri şi armătură moale la partea inferioară, sau cu măsuri de sporire a aderenţei toroanelor. Acest mod de armare apare indicat în cazul tuturor grinzilor cu geometrii asemănătoare. Rezultă însă că este necesar să se determine mai precis, pe cale experimentală, limita de smulgere a toroanelor TBP 12, în funcţie de marca de beton realizată.

În cadrul execuţiei elementelor de tip T şi TT curb s-a putut constata că prefabricatele confecţionate în tipare de tip „cochilă" se caracterizează printr-o calitate cu totul deosebită în ceea ce priveşte păstrarea riguroasă a dimensiunilor şi formei, aspectul general, muchiile, omogenitatea şi compactarea uniformă a betonului etc., dovedind strînsa dependenţă dintre concepţia de alcătuire constructivă a elementelor şi tehnologia de realizare.

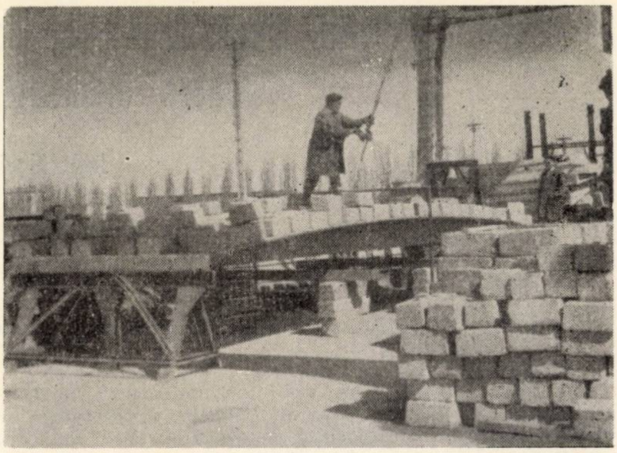


Fig. 14 – Încercarea elementelor TT curb 12 × [illegible] m înainte de intrarea în producţie

Îngroşarea plăcii de la extremităţi — dictată de considerente de eforturi şi de necesităţi tehnologice — asigură o bună expulzare din tipar; în acelaşi timp, ea s-a dovedit a conferi elementelor robusteţe la manipulări şi transport.

★

În urma studiilor efectuate la I.P.C. pe linia găsirii unor soluţii noi în rezolvarea halelor industriale, precum şi a rezultatelor experimentale obţinute, se poate trage concluzia că folosirea elementelor cu suprafaţă mare oferă soluţii moderne, de eficienţă sporită. Ele sînt de natură să aducă o schimbare calitativă, punînd în evidenţă, în întregime, posibilităţile betonului precomprimat şi ducînd la realizarea unor hale cu trame mărite, cu indici tehnico-economici avantajoşi şi cu durată de execuţie mai redusă, cu un grad ridicat de industrializare a confecţionării.

Elementele de suprafaţă lărgesc astfel domeniul de aplicare a prefabricatelor şi asigură totodată performanţe funcţionale superioare, făcînd posibilă realizarea unor construcţii variate ca tipuri, pentru procese tehnologice practic nelimitate.

Se impune concentrarea preocupărilor în cadrul activităţii de studii, proiectare şi cercetare, în vederea introducerii şi lărgirii aplicării, pe măsura necesităţilor, a acestor noi tipuri de elemente.

Aspecte privind ductilitatea şi capacitatea de absorbţie a energiei de către elementele de beton armat

Ing. Florin-Ermil Dabija
ISCAS

I. INTRODUCERE

Necesitatea asigurării ductilităţii structurilor rezistente la acţiunea seismică

Examinarea efectelor acţiunii unor cutremure puternice asupra construcţiilor a pus în evidenţă faptul că teoria elastică a dinamicii structurilor nu poate oferi o explicaţie satisfăcătoare privind comportarea reală a acestora.

Aplicînd datele furnizate de înregistrările efectuate în timpul unor asemenea cutremure, se constată că forţele laterale determinate printr-un calcul elastic ar depăşi cu mult valorile utilizate în mod curent — conform prescripţiilor — la proiectarea structurilor. Cu toate acestea, natura şi gravitatea avariilor observate la majoritatea acestor structuri dovedesc că forţele laterale nu s-au ridicat în realitate pînă la valoarea calculată în ipoteza comportării elastice.

Diferenţa apreciabilă dintre rezultatele calculului şi efectele observate arată că structurile nu se comportă perfect elastic în timpul unui cutremur puternic şi că ele posedă cu certitudine şi alte forme de disipare a energiei introduse de acesta, mult mai importante decît amortizarea liniară.

Proiectarea şi realizarea unei construcţii capabile să reziste fără avarii structurale la acţiunea unui cutremur de intensitate excepţională — *a priori* stabilită — este, în principiu, perfect posibilă. În aceste condiţii, menţinerea integrală a construcţiei în limitele domeniului elastic se poate obţine numai cu preţul unei supradimensionări considerabile a elementelor structurii. Luînd în considerare posibilitatea redusă de apariţie a cutremurelor violente pe durata vieţii normale a unei construcţii de tip curent, această soluţie nu îşi poate găsi, în general, justificarea. Ea poate fi acceptată, însă, pentru acele construcţii care prezintă o importanţă cu totul deosebită sau a căror avariere ar aduce prejudicii majore economiei naţionale sau securităţii populaţiei.

În prezent este recunoscut faptul că structurile supuse mişcărilor seismice intense pot suporta, în general, deformaţii plastice importante înainte de a ajunge să se prăbuşească. ,,Incursiunile" făcute în domeniul plastic absorb o parte considerabilă a energiei introduse de cutremur, astfel încît mărimea răspunsului dinamic este mult diminuată faţă de valoarea indicată de spectrul seismic elastic.

Rezultatele a numerose studii şi cercetări întreprinse în anii din urmă [1] [2] [3] au evidenţiat faptul că deformarea inelastică a structurilor reprezintă factorul primordial al limitării forţelor laterale dezvoltate în timpul unui cutremur. Pe baza acestor rezultate a fost formulată concepţia modernă de asigurare a protecţiei antiseismice a construcţiilor, potrivit căreia o structură trebuie să reziste fără avarii (sau, eventual, numai cu unele deteriorări superficiale) mişcărilor seismice moderate, frecvente, putînd de asemenea supravieţui fără avarii de natură catastrofală în cazul acţiunii unui cutremur violent, a cărui probabilitate de apariţie este însă redusă.

Aplicarea acestei concepţii duce la necesitatea efectuării unei analize speciale [2] [4], care — pe baza considerării deformării inelastice a structurii — să confirme existenţa unei capacităţi suficiente de absorbţie a energiei în eventualitatea unui cutremur puternic.

Unul dintre parametrii care oferă o imagine foarte bună asupra comportării inelastice a structurii este raportul dintre deformaţia maximă înregistrată de aceasta în timpul mişcării vibratorii provocate de cutremur şi deformaţia care corespunde intrării în domeniul comportării plastice. Acest raport — denumit factor de ductilitate — depinde de caracteristicile mecanice ale materialului, precum şi de tipul elementului structural în cauză.

Analiza directă a răspunsului dinamic al unei structuri dă posibilitatea determinării valorii necesare a factorului de ductilitate pentru fiecare element, în funcţie de natura şi de intensitatea excitaţiei exterioare considerate. Alcătuirea elementelor structurii trebuie astfel concepută încît să fie asigurată satisfacerea cerinţelor de ductilitate rezultate din această analiză.

Consideraţiile de mai sus subliniază însemnătatea pe care o prezintă pentru proiectarea antiseismică asigurarea ductilităţii elementelor componente ale structurilor şi — pe această cale — a unei capacităţi corespunzătoare de absorbţie a energiei introduse de cutremur. Prin alegerea judicioasă a mărimii parametrilor ce caracterizează starea de eforturi şi deformaţii într-un element de beton armat, urmează să se asigure, nu numai rezistenţa acestuia, ci şi ductilitatea necesară pentru a face faţă mişcărilor seismice intense, în condiţii adecvate de siguranţă şi economie.

În cuprinsul articolului de faţă se urmăreşte abordarea sub aspect teoretic a evaluării ductilităţii şi a capacităţii de absorbţie a energiei pentru elementele încovoiate de beton armat. Relaţiile de calcul sînt stabilite pentru secţiuni dreptunghiulare. Cazul secţiunilor avînd o altă formă se poate analiza pe o cale asemănătoare.

II. EVALUAREA DUCTILITĂŢII ELEMENTELOR ÎNCOVOIATE DE BETON ARMAT

Modul în care un element de beton armat ,,răspunde" aplicării unui moment încovoietor poate fi exprimat prin relaţia dintre moment şi curbura pe care o capătă elementul respectiv. Această relaţie depinde atît de proprietăţile mecanice ale materialului, cît şi de caracteristicile geometrice ale secţiunii transversale a elementului.

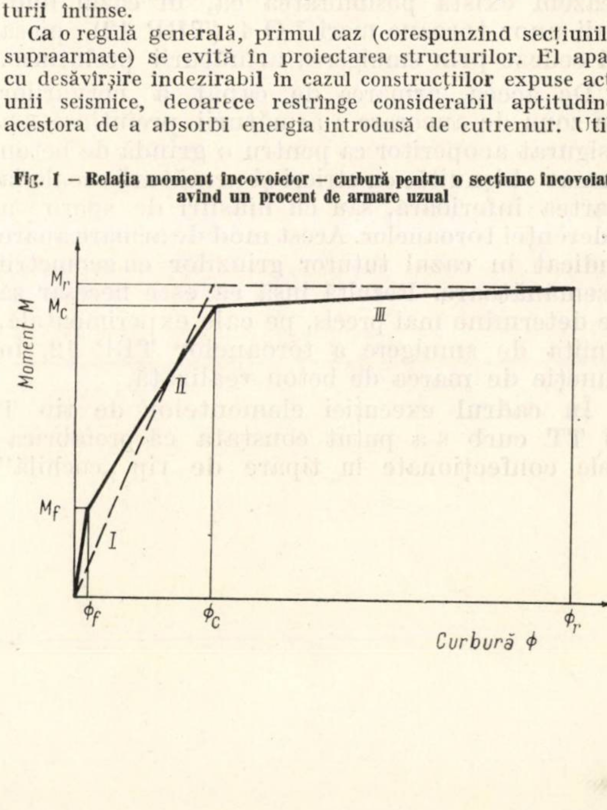
Sub acţiunea unui moment încovoietor crescător, un element de beton armat ajunge în starea limită de rezistenţă (stadiul de rupere) în una din următoarele situaţii :

1. Datorită deformaţiei specifice limită (de rupere) a betonului comprimat din încovoiere ($\bar{\varepsilon}_i$) *înainte* de intrarea în curgere a armăturii întinse.

2. Datorită atingerii deformaţiei specifice limită a betonului comprimat din încovoiere *după* intrarea în curgere a armăturii întinse.

Ca o regulă generală, primul caz (corespunzînd secţiunilor supraarmate) se evită în proiectarea structurilor. El apare cu desăvîrşire indezirabil în cazul construcţiilor expuse acţiunii seismice, deoarece restrînge considerabil aptitudinea acestora de a absorbi energia introdusă de cutremur. Utili-

Fig. 1 – Relaţia moment încovoietor – curbură pentru o secţiune încovoiată avînd un procent de armare uzual



zarea unor betoane de marcă B 200 sau mai mare și a unor procente de armare moderate asigură. în general, încadrarea în limitele celui de al doilea caz. În continuare ne vom referi exclusiv la acesta din urmă.

Curba care exprimă relația dintre momentul încovoietor M și curbura $\O = 1/\rho$ a unei grinzi poate fi reprezentată schematic ca în figura 1.

Stadiul I corespunde secțiunii nefisurate, comportarea elementului fiind esențialmente elastică.

Stadiul II începe o dată cu apariția fisurilor în betonul întins, cînd rigiditatea elementului scade sensibil, iar curbura crește în consecință.

O dată cu atingerea rezistenței de calcul în armătură începe stadiul III. Curbura crește foarte mult, în timp ce momentul încovoietor mai înregistrează doar o creștere foarte redusă. Atingerea deformației specifice de rupere în betonul comprimat marchează sfîrșitul stadiului III, la care elementul cedează [5].

În cele ce urmează se determină pe cale teoretică coordonatele punctelor semnificative ale curbei $M - \O$. Pentru simplificare se utilizează o curbă idealizată (reprezentată cu linie întreruptă în fig. 1), considerînd că perturbația de la trecerea din stadiul I în stadiul II are o influență neglijabilă asupra rezultatelor [6].

Primul punct important al curbei $M - \O$ corespunde atingerii rezistenței de calcul în armătură. Distribuția deformațiilor și a eforturilor unitare în secțiune în acest moment se bazează pe ipotezele luate în considerare la calculul elementelor încovoiate aflate în studiul II :

a) secțiunile plane rămîn plane și după deformarea elementului ;

b) epura repartiției eforturilor unitare de compresiune în beton este triunghiulară ;

c) coeficientul de echivalență (raportul dintre modulul de elasticitate al armăturii și modulul de deformație al betonului) nu păstrează o valoare constantă.

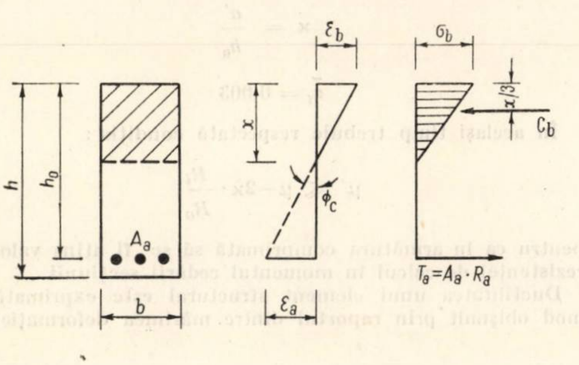
Folosirea ipotezei ,,*a*'' (Bernoulli) în dreptul unei fisuri are un caracter convențional, deoarece secțiunea inițială plană se desparte în alte două secțiuni după apariția fisurii. Ipoteza poate fi însă considerată valabilă pentru ilustrarea comportării de ansamblu a elementului [5] [6].

Ipoteza ,,*b*'' (Hooke) corespunde suficient de bine realității cît timp eforturile unitare de compresiune nu depășesc circa 50 % din marca betonului. Peste această limită, ipoteza se îndepărtează de realitate, însă folosirea ei în continuare nu influențează sensibil precizia determinării coordonatelor M_c, $\O_c$ [6].

Prin introducerea ipotezei ,,*c*'' se are în vedere modul real de comportare a grinzii fisurate, ținînd seama — în conformitate cu indicațiile metodei de calcul la stări limită — de rezistența la întindere a betonului dintre fisuri și de conlucrarea betonului cu armătura, elemente care exercită o influență directă asura rigidității elementului încovoiat.

Pe baza ipotezelor menționate mai sus se deduc expresiile momentului încovoietor și curburii la atingerea rezistenței de calcul în armătura întinsă :

Fig. 2 – Repartiția deformațiilor și eforturilor unitare într-o secțiune simplu armată, la atingerea rezistenței de calcul în armătură



— pentru o secțiune dreptunghiulară simplu armată (fig. 2) :

$$M_c = A_a \cdot R_a \cdot h_0 \cdot \left(1 - \frac{\xi_c}{3}\right) \tag{1}$$

$$\O_c = \frac{\varepsilon_a}{h_0 \cdot (1 - \xi_c)} \tag{2}$$

unde :

$$\xi_c = \frac{x}{h_0} = n' \cdot \mu \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2}{n' \cdot \mu}} - 1\right)$$

$$n' = \frac{E_a}{E_b} \cdot \left(1 + \frac{R_a}{40} \cdot \mu\right)$$

$$\mu = \frac{A}{b \cdot h_0}$$

$$\varepsilon_a = \frac{R_a}{E_a} \cdot \psi$$

— pentru o secțiune dreptunghiulară dublu armată (fig. 3) :

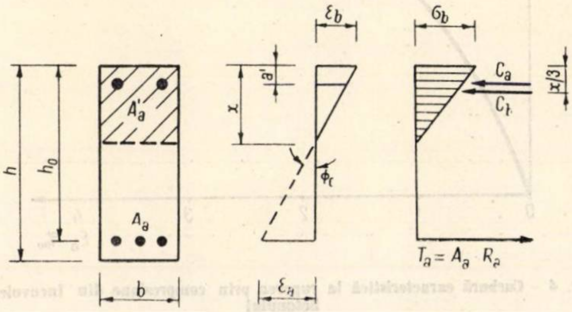


Fig. 3 – Repartiția deformațiilor și eforturilor unitare într-o secțiune dublu armată, la atingerea rezistenței de calcul în armătura întinsă

$$M_c = A_a \cdot R_a \cdot h_0 \cdot \left(1 - \frac{\xi'_c}{3}\right) + A'_a \cdot R_a \cdot h_0 \cdot \frac{\xi'_c - \varkappa}{1 - \xi'_c} \cdot \left(\frac{\xi'_c}{3} - \varkappa\right) \tag{3}$$

$$\O_c = \frac{\varepsilon_a}{h_0 \cdot (1 - \xi'_c)} \tag{4}$$

unde :

$$\xi'_c = \frac{x}{h_0} = n' \cdot (\mu - \mu') \cdot \left[\sqrt{1 + \frac{2(\mu - \mu' \varkappa)}{n' \cdot (\mu - \mu')}} - 1\right]$$

$$\mu = \frac{A_a}{b \cdot h_0} ; \mu' = \frac{A'_a}{b \cdot h_0}$$

$$\varkappa = \frac{a'}{h_0}$$

n' și ε_a au aceleași expresii ca cele din cazul secțiunii simplu armate.

Evaluarea mărimii coeficientului de conlucrare a betonului cu armătura ψ se face pe baza datelor furnizate de metoda de calcul la stări limită [5].

Al doilea punct semnificativ al curbei $M - \O$ corespunde atingerii stării limită de rezistență. Distribuția deformațiilor și eforturilor unitare în secțiune în acest moment se bazează pe următoarele ipoteze :

a) secțiunile plane rămîn plane și după deformarea elementului ;

b) betonul nu preia eforturi de întindere ;

c) epura echivalentă a repartiției eforturilor unitare de compresiune în beton este dreptunghiulară, întinzîndu-se pe întreaga înălțime a zonei comprimate a secțiunii (x), iar mărimea eforturilor unitare de compresiune este egală cu rezistența de calcul la compresiune din încovoiere (R_i);

d) deformația specifică limită a betonului comprimat din încovoiere ($\bar{\varepsilon}_i$) este egală cu $3^0/_{00}$;

e) curba efort-deformație a oțelului din armătură este perfect definită.

Rezultatele cercetărilor întreprinse în ultimii ani arată că relația dintre efortul de compresiune și deformația corespunzătoare a betonului depinde de o serie de parametri: viteza și durata de aplicare a sarcinii, calitatea betonului, natura solicitării, poziția axei neutre la atingerea stării limită de rezistență, forma secțiunii etc. Cu toate acestea, prelucrarea datelor experimentale a permis să se stabilească o relație unică efort-deformație pentru betonul comprimat, relație pe care se bazează calculele efectuate în metoda stărilor limită [9].

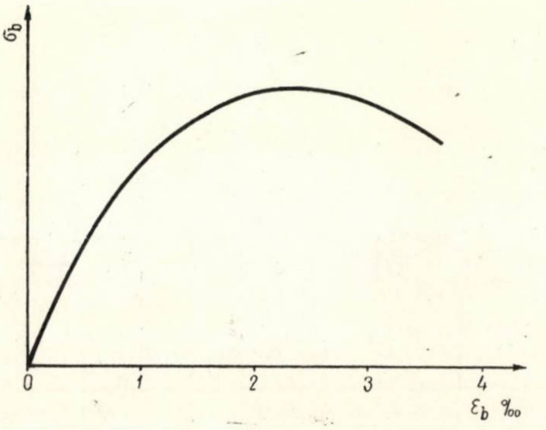
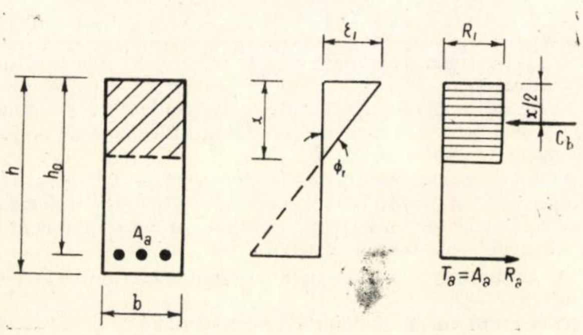


Fig. 4 – Curbură caracteristică la ruperea prin compresiune din încovoiere a betonului

După cum este cunoscut, pornind de la alura generală a curbei caracteristice efort-deformație la ruperea prin compresiune din încovoiere a betonului (fig. 4), în diversele prescripții și recomandări de calcul la stările limită se indică epure curbilinii de repartiție a eforturilor unitare de compresiune în beton, precum și anumite valori pentru deformația specifică limită a betonului. Totodată, aceste prescripții admit pentru calculele curente anumite epure echivalente dreptunghiulare, a căror aplicare s-a dovedit a fi în concordanță cu rezultatele experimentale [5] [7] [8] [9]. Diferențele care apar prin utilizarea epurei echivalente definite de ipoteza „c” (conformă cu prescripțiile românești) față de celelalte epure teoretice sau echivalente sînt cu totul neglijabile.

La ruperea prin încovoiere, datorită redistribuirii eforturilor unitare pe înălțimea secțiunii, deformația specifică a fibrei extreme comprimate ajunge la valori de ordinul a $3-4^0/_{00}$ [5] [6] [8], depășind pe cele înregistrate la ruperea prin compresiune axială. Valoarea $\bar{\varepsilon}_i = 3^0/_{00}$ adoptată conform ipotezei „d” se încadrează în domeniul valorilor întîlnite în prescripțiile și recomandările de calcul la stările limită [7] [9].

Fig. 5 – Repartiția deformațiilor și eforturilor unitare într-o secțiune simplu armată, la atingerea stării limită de rezistență



Curba caracteristică efort-deformație a oțelului din armătură este considerată ca avînd un palier de curgere distinct. Pentru grinzile cu procente moderate, uzuale de armare, deformația specifică a oțelului în momentul cedării zonei comprimate a betonului se află cuprinsă între valoarea corespunzătoare începerii curgerii și cea corespunzătoare începerii fenomenului de consolidare, astfel încît nu apare necesară luarea în considerare a acestuia din urmă. În momentul atingerii stării limită de rezistență a elementului încovoiat, efortul unitar în armătură este deci egal cu rezistența de calcul (R_a).

Pe baza ipotezelor discutate mai sus se deduc expresiile momentului încovoietor și curburii la atingerea stării limită de rezistență a elementului:

— pentru o secțiune dreptunghiulară simplu armată (fig. 5):

$$M_r = A_a \cdot R_a \cdot h_0 \cdot (1 - 0{,}5\,\xi_r) = \tag{5}$$

$$= b \cdot h_0^2 \cdot R_i \cdot \xi_r \cdot (1 - 0{,}5\,\xi_r) \tag{5 a}$$

$$\varnothing_r = \frac{\bar{\varepsilon}_i}{\xi_r \cdot h_0} \tag{6}$$

unde:

$$\xi_r = \frac{x}{h_0} = \mu \cdot \frac{R_a}{R_i}$$

$$\bar{\varepsilon}_i = 0{,}003$$

— pentru o secțiune dreptunghiulară dublu armată (fig 6):

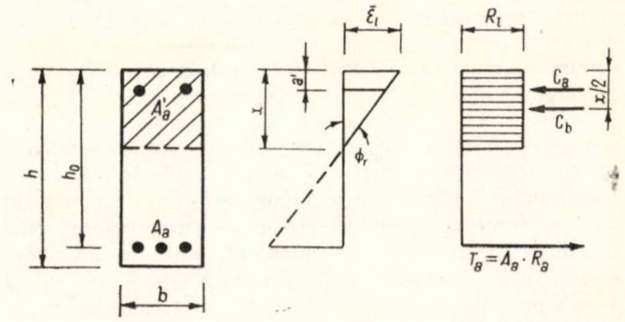


Fig. 6 – Repartiția deformațiilor și eforturilor unitare într-o secțiune dublu armată, la atingerea stării limită de rezistență

$$M_r = A_a \cdot R_a \cdot h_0 \cdot (1 - 0{,}5\,\xi_r') + A_a' \cdot R_a \cdot h_0 \cdot (0{,}5\,\xi_r' - \varkappa) = \tag{7}$$

$$= b \cdot h_0^2 \cdot R_i \cdot \xi_r' \cdot (1 - 0{,}5\xi_r') + A_a' \cdot R_a \cdot h_0 \cdot (1 - \varkappa) \tag{7 a}$$

$$\varnothing_r = \frac{\bar{\varepsilon}_i}{\xi_r' \cdot h_0} \tag{8}$$

unde:

$$\xi_r' = \frac{x}{h_0}\,(\mu - \mu') \cdot \frac{R_a}{R_i}$$

$$\varkappa = \frac{a'}{h_0}$$

$$\bar{\varepsilon}_i = 0{,}003$$

În același timp trebuie respectată condiția:

$$\mu' \leqslant \mu - 2\varkappa \cdot \frac{R_i}{R_a} \tag{9}$$

pentru ca în armătura comprimată să se fi atins valoarea rezistenței de calcul în momentul cedării secțiunii.

Ductilitatea unui element structural este exprimată în mod obișnuit prin raportul dintre mărimea deformației la care elementul cedează şi mărimea deformaţiei la care acesta intră în domeniul de comportare plastică. În cazul elementelor încovoiate de beton armat, aceasta se traduce prin raportul dintre mărimea deformaţiei corespunzătoare atingerii stării limită de rezistenţă şi aceea corespunzătoare atingerii rezistenţei de calcul în armătură. Apare deci util de analizat variaţia raportului $\Delta = \varnothing_r/\varnothing_c$ în funcţie de parametrii care îl determină.

Pentru o secţiune dreptunghiulară simplu armată, din ecuaţiile (2) şi (6) se obţine :

$$\Delta = \frac{\varnothing_r}{\varnothing_c} = \frac{\bar{\varepsilon}_i}{\varepsilon_a} \cdot \frac{1 - \xi_c}{\xi_r} \tag{10}$$

Prin explicitarea termenilor din membrul al doilea al ecuaţiei de mai sus se ajunge la :

$$\Delta = \bar{\varepsilon}_i \cdot \frac{E_a}{\psi} \cdot \frac{R_i}{R_a^2} \cdot \left[\frac{1}{\mu} - n'\left(\sqrt{1 + \frac{2}{n'\mu}} - 1\right)\right] \tag{11}$$

În cazul armării duble, din ecuaţiile (4) şi (8) se obţine :

$$\Delta = \frac{\varnothing_r}{\varnothing_c} = \frac{\bar{\varepsilon}_i}{\varepsilon_a} \cdot \frac{1 - \xi_c'}{\xi_r'} \tag{12}$$

din care, prin explicitarea termenilor din membrul al doilea, se ajunge la :

$$\Delta = \bar{\varepsilon}_i \cdot \frac{E_a}{\psi} \cdot \frac{R_i}{R_a^2} \cdot \left[\frac{1}{\mu - \mu'} - n'\left(\sqrt{1 + \frac{2(\mu - \mu'\varkappa)}{n'(\mu - \mu')^2}} - 1\right)\right] \tag{13}$$

fiind necesară respectarea condiţiei (9).

Pentru ilustrarea cantitativă a influenţei diverşilor parametri asupra ductilităţii unui element încovoiat de beton armat, în figurile 7 şi 8 este reprezentată variaţia raportului $\Delta = \varnothing_r/\varnothing_c$ în funcţie de procentul armăturii întinse μ şi de raportul $\alpha = \mu'/\mu$, pentru cîteva din mărcile de beton şi de oţel utilizate curent.

Examinarea ecuaţiilor (11) şi (13), precum şi a rezultatelor prezentate în figurile 7 şi 8 oferă posibilitatea desprinderii unor concluzii în această direcţie.

Creşterea ductilităţii proporţional cu creşterea rezistenţei la compresiunea din încovoiere a betonului (deci, o dată cu creşterea mărcii acestuia) apare evident.

O observaţie similară se poate face în legătură cu valoarea deformaţiei specifice limită a betonului comprimat din încovoiere $\bar{\varepsilon}_i$. Este demn de menţionat faptul că valoarea lui $\bar{\varepsilon}_i$ poate fi apreciabil sporită datorită efectului favorabil de „fretare" a betonului exercitat de etrierii închişi dispuşi la intervale suficient de apropiate. Unele încercări au arătat că betonul astfel fretat poate suporta deformaţii specifice de ordinul a 1 % în cazul elementelor cu secţiune dreptunghiulară şi chiar 3 % în cazul celor cu secţiune circulară [6].

Mărirea procentului armăturii întinse, ca şi utilizarea unui oţel cu rezistenţa de calcul mai ridicată duc la scăderea ductilităţii.

Considerînd două secţiuni simplu armate, cu caracteristici geometrice identice, *avînd aceeaşi capacitate de rezistenţă la încovoiere* (acelaşi moment capabil), utilizînd acelaşi beton (B 200), dar mărci de oţel diferite (OB 38 şi PC 52), se poate constata că ductilitatea elementului armat cu oţel superior este cu circa 20 % mai redusă în gama procentelor de armare uzuale. Dacă însă introducerea oţelului PC 52 este asociată şi cu utilizarea unei mărci superioare de beton (de exemplu B 250), diferenţa constatată mai sus este practic anulată. Situaţia este similară şi în cazul secţiunilor dublu armate.

Prevederea unei armături în zona comprimată a secţiunii are un efect favorabil asupra ductilităţii. În limitele pro-

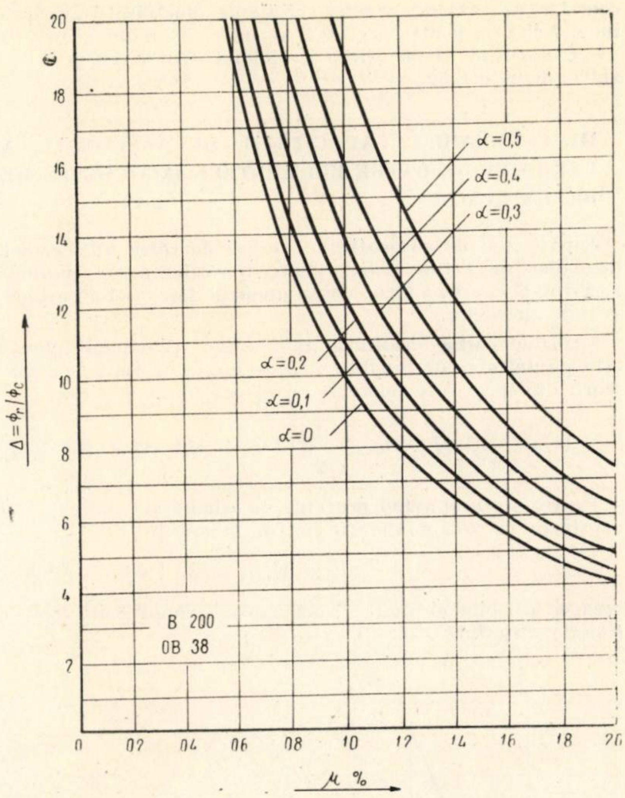
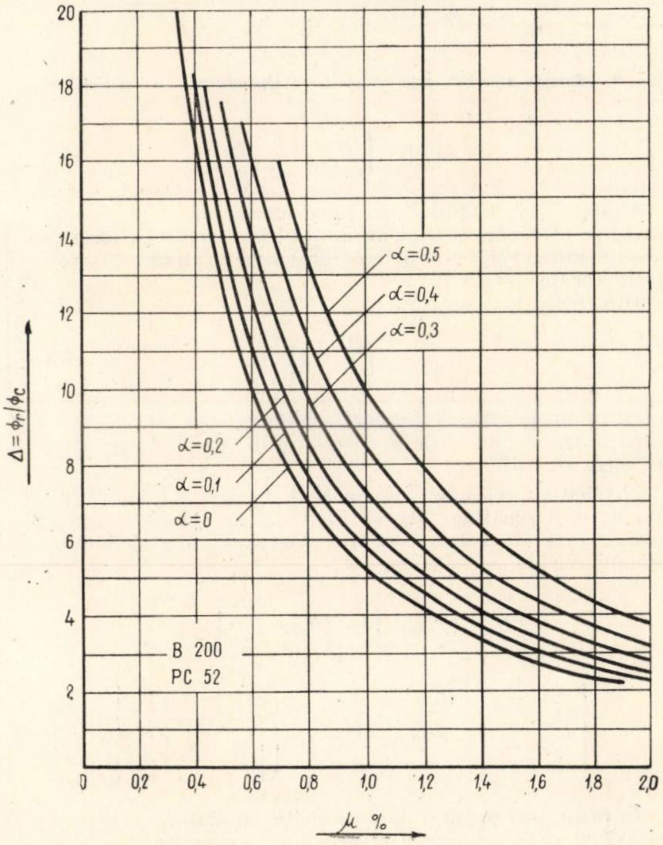


Fig. 7 – Variaţia ductilităţii unui element încovoiat de beton armat (beton B 200, oţel OB 38)

Fig. 8 – Variaţia ductilităţii unui element încovoiat de beton armat (beton B 200, oţel PC 52)



centelor de armare uzuale, creşterea ductilităţii variază între 7 şi 10% pentru $\alpha = 0{,}1$ şi între 80 şi 90% pentru $\alpha = 0{,}5$, atît în cazul utilizării oţelului OB 38, cît şi în cazul oţelului P.C.52.

III. EVALUAREA CAPACITĂŢII DE ABSORBŢIE A ENERGIEI DE CĂTRE ELEMENTELE ÎNCOVOIATE DE BETON ARMAT

Capacitatea de absorbţie a energiei de către un element încovoiat de beton armat poate fi evaluată determinînd aria totală cuprinsă între curba moment încovoietor-curbură şi axa absciselor.

Utilizînd curba idealizată $M - Ø$ (fig. 1), energia absorbită pe unitatea de lungime a elementului în timpul deformării din încovoiere poate fi scrisă sub forma :

$$U = \frac{1}{2} \cdot M_c \cdot Ø_c + \frac{1}{2} \cdot (M_r + M_c) \cdot (Ø_r - Ø_c) \quad (14)$$

Pentru secţiuni avînd procente de armare uzuale se poate considera cu o aproximaţie satisfăcătoare [6] :

$$M_c \cong M_r \quad (15)$$

ceea ce permite obţinerea unei expresii simplificate pentru energia absorbită (fig. 9) :

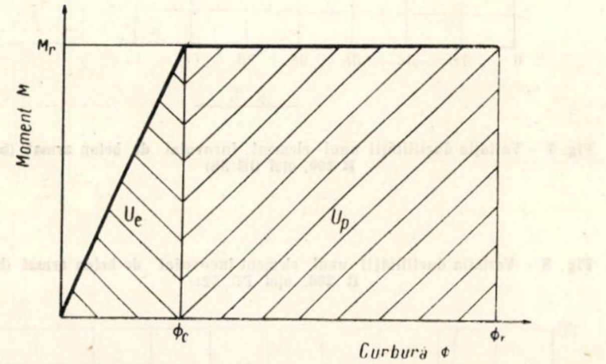


Fig. 9 – Energia absorbită prin comportarea elastoplastică a materialului

$$U \cong M_r \cdot \left(Ø_r - \frac{1}{2} \cdot Ø_c \right) \quad (16)$$

Examinarea acestei relaţii pune imediat în evidenţă ponderea pe care o are energia absorbită prin deformaţie plastică a elementului (U_p) faţă de cea consumată în timpul comportării elastice (U_e).

Din figura 9 se observă că :

$$U_p = 2 \left(\frac{Ø_r}{Ø_c} - 1 \right) \cdot U_e \quad (17)$$

ceea ce demonstrează proporţionalitatea care există între capacitatea de absorbţie a energiei prin deformaţie plastică şi între ductilitate.

Explicitînd mărimile din membrul al doilea al ecuaţiei (16) cu ajutorul ecuaţiilor (2), (5 *a*) şi (6), se ajunge la următoarea expresie valabilă pentru o secţiune dreptunghiulară simplu armată :

$$U = b \cdot h_0 \cdot \left(1 - 0{,}5\mu \cdot \frac{R_a}{R_i} \right) \cdot$$

$$\cdot \left[\bar{\varepsilon}_i \cdot R_i - \frac{R_a^2 \cdot \psi}{2E_a} \cdot \frac{1}{\frac{1}{\mu} - n' \left(\sqrt{1 + \frac{2}{n'\mu}} - 1 \right)} \right] \quad (18)$$

În cazul unei secţiuni dublu armate, cu ajutorul ecuaţiilor (4), (7 *a*) şi (8) se ajunge la următoarea expresie :

$$U = b \cdot h_0 \cdot \left[1 - 0{,}5\,(\mu - \mu') \cdot \frac{R_a}{R_i} + \frac{\mu'}{\mu - \mu'} \cdot (1 - \varkappa) \right] \cdot$$

$$\cdot \left[\bar{\varepsilon}_i \cdot R_i - \frac{R_a^2 \cdot \psi}{2E_a} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \frac{1}{\frac{1}{\mu - \mu'} - n' \left(\sqrt{1 + \frac{2(\mu - \mu' \cdot \varkappa)}{n'(\mu - \mu')^2}} - 1 \right)} \right] \quad (19)$$

fiind necesară respectarea condiţiei (9).

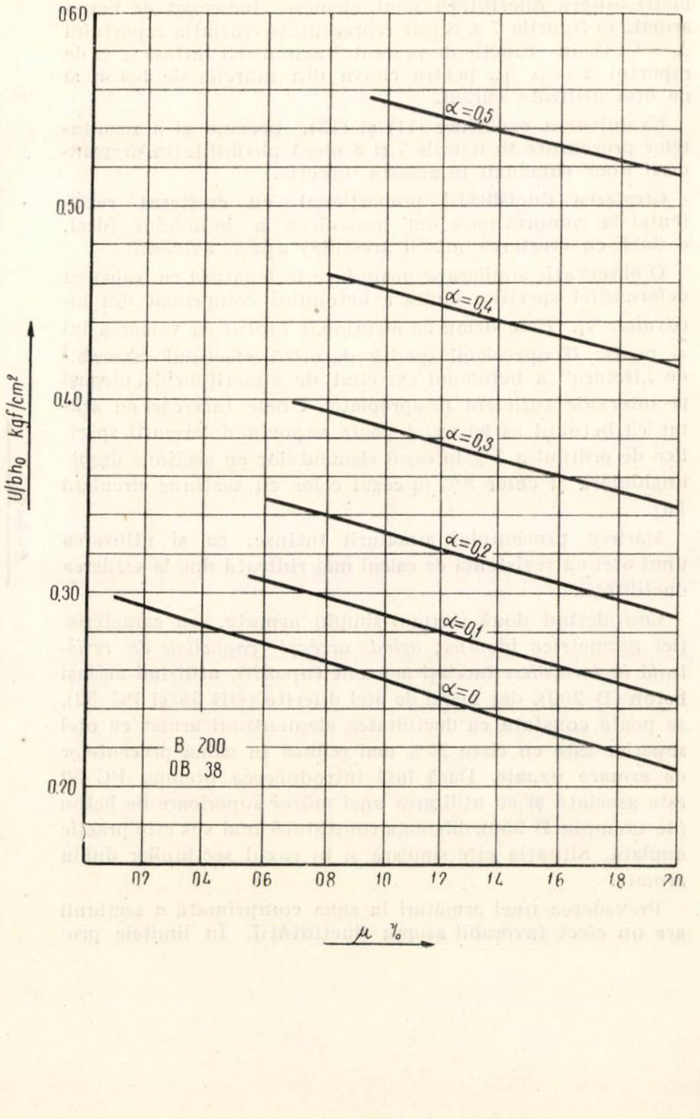
Pentru a avea o imagine cantitativă asupra influenţei exercitate de diverşii parametri asupra capacităţii de absorbţie a energiei de către un element încovoiat de beton armat, în figurile 10 şi 11 este reprezentată variaţia mărimii $U/b \cdot h_0$ în funcţie de procentul armăturii întinse μ şi de raportul $\alpha = \mu'/\mu$, pentru cîteva din mărcile uzuale de beton şi de oţel.

Din examinarea ecuaţiilor (18) şi (19) precum şi a rezultatelor prezentate în figurile 10 şi 11 se pot desprinde concluzii similare celor obţinute la evaluarea ductilităţii

Parametrii a căror creştere contribuie la creşterea energiei absorbite sînt marca betonului, valoarea deformaţiei specifice limită $\bar{\varepsilon}_i$ şi — evident — dimensiunile secţiunii transversale a elementului.

Mărirea procentului armăturii întinse, precum şi utilizarea unui oţel cu rezistenţa de calcul mai ridicată au ca urmare diminuarea capacităţii de absorbţie a energiei. Acest efect este însă mult mai puţin pronunţat decît cel constatat cu privire la ductilitate, deoarece creşterea momentului

Fig. 10 – Variaţia capacităţii de absorbţie a energiei de către un element încovoiat de beton armat (beton B 200, oţel OB 38)



de rupere compensează în mare măsură micşorarea corespunzătoare a curburii.

Considerînd două secţiuni simplu armate, cu caracteristici geometrice identice, *avînd aceeaşi capacitate de rezistenţă la încovoiere*, utilizînd acelaşi beton (B 200), dar mărci de oţel diferite (OB 38 şi PC 52), se poate constata o reducere cu circa 2—3 % a capacităţii de absorbţie a energiei de către elementul armat cu oţel superior, în limitele procentelor de armare uzuale. Dacă, o dată cu utilizarea oţelului PC 52, se trece şi la o marcă superioară de beton (de exemplu B 250), situaţia devine favorabilă elementului armat cu oţel superior, care înregistrează o creştere cu 20—25 % a energiei absorbite. Constatări similare se pot face şi în cazul secţiunilor dublu armate.

Introducerea unei armături în zona comprimată a secţiunii acţionează favorabil asupra capacităţii de absorbţie a energiei. Creşterea procentuală a energiei absorbite de o secţiune dublu armată, în comparaţie cu secţiunea simplu armată corespunzătoare, este cu atît mai mare cu cît procentul armăturii întinse este mai ridicat. În gama procentelor de armare curente, creşterea energiei absorbite variază între 12 şi 17 % pentru $\alpha = 0{,}1$ şi între 115 şi 145 % pentru $\alpha = 0{,}5$ în cazul utilizării oţelului OB 38. În cazul oţelului PC 52, procentele de mai sus devin 12—21 % şi, respectiv, 120—180 %.

IV. CONSIDERAŢII ASUPRA INFLUENŢEI REGIMULUI DINAMIC ŞI ALTERNANT DE APLICARE A SARCINILOR

Avînd în vedere caracterul dinamic al acţiunii seismice apare necesară luarea în considerare a influenţei pe care viteza de aplicare a sarcinii o poate avea asupra capacităţii de rezistenţă şi de deformaţie a elementelor de beton armat.

Rezultatele furnizate de unele investigaţii asupra comportării la şocuri a betonului armat arată că acesta manifestă o capacitate de rezistenţă sporită în comparaţie cu cazul încărcării statice [6]. Acest spor de rezistenţă este atribuit, în primul rînd, creşterii rezistenţei de curgere a oţelului din armătură. În condiţiile vitezei maxime de încărcare realizate în laborator — atingerea limitei de curgere producîndu-se în 0,005 secunde de la începerea încărcării — s-au obţinut creşteri de aproape 40 % ale rezistenţei oţeluluibeton de calitate obişnuită.

Sarcinile seismice acţionează însă incomparabil mai lent decît cele provocate de şocurile experimentale, astfel încît creşterea rezistenţei de curgere a oţelului nu ar putea depăşi cîteva procente. Apare deci justificat ca în proiectarea antiseismică să se utilizeze valorile rezistenţei betonului şi oţelului determinate pe baza încercărilor statice [6].

Încercările au arătat, de asemenea, că nu apar diferenţe semnificative între mărimea deformaţiei de rupere a unui element de beton armat încărcat dinamic şi cea observată în cazul încărcării statice.

Deoarece caracteristicile de rezistenţă şi de deformaţie a elementelor de beton armat înregistrate în condiţiile acţiunii dinamice a cutremurului sînt cel puţin egale cu cele din cazul încărcării statice, se poate trage concluzia că utilizarea valorilor „statice" pentru determinarea ductilităţii şi a capacităţii de absorbţie a energiei este îndeajuns de justificată în proiectarea antiseismică.

În timpul unui cutremur, forţele laterale care acţionează asupra construcţiei prezintă un caracter alternant. Cît timp eforturile şi deformaţiile unui element rămîn departe de valorile corespunzătoare intrării în domeniul plastic, situaţia poate fi considerată similară unei încărcări de oboseală. În general, aceasta nu are vreo consecinţă deosebită, deoarece numărul ciclurilor alternante este neglijabil — chiar în cazul cutremurelor puternice — în comparaţie cu rezistenţa la oboseală a betonului armat.

Dacă însă mişcarea într-un anumit sens scoate la un moment dat elementul în afara domeniului elastic, acest fapt poate influenţa comportarea ulterioară a acestuia în timpul deformaţiei în sensul opus. În această privinţă, unele rezultate experimentale tind să indice că, dacă deformaţiile nu depăşesc circa 70—80 % din valoarea corespunzătoare ruperii, capacitatea de rezistenţă la încărcarea în sensul opus este puţin influenţată [6]. Capacitatea de deformare este însă afectată mai mult, înregistrîndu-se un fenomen de „degradare" a rigidităţii elementului.

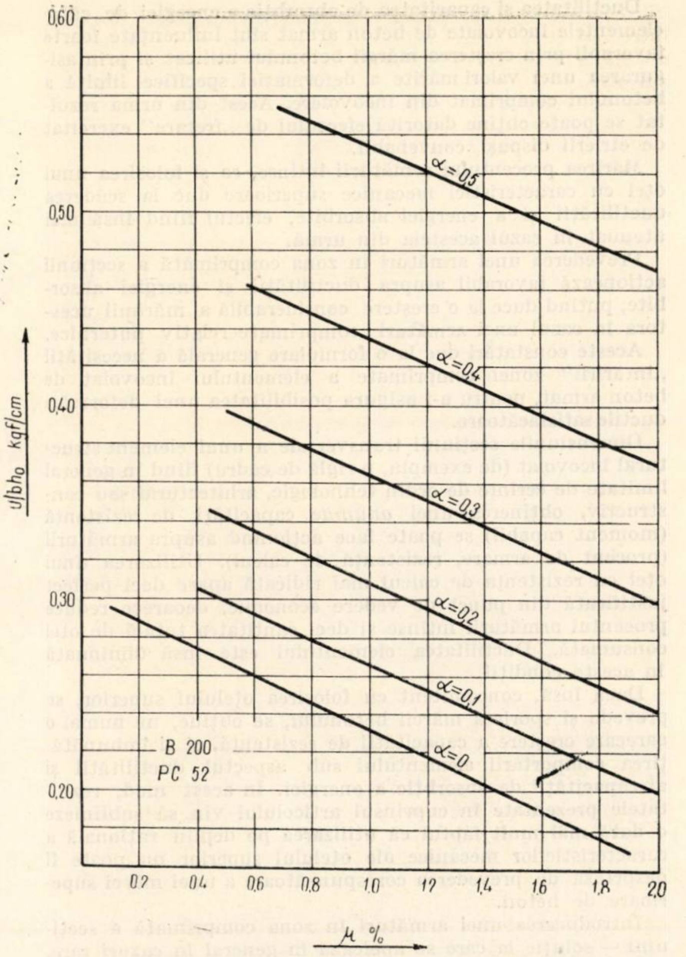


Fig. 11 — Variaţia capacităţii de absorbţie a energiei de către un element încovoiat de beton armat (beton B 200, oţel PC 52)

Rezultatele obţinute nu sînt deocamdată suficiente pentru a putea face afirmaţii certe în legătură cu influenţa regimului alternant al sarcinilor seismice asupra ductilităţii şi a capacităţii de absorbţie a energiei de către elementele de beton armat.

V. CONCLUZII

Ideea de bază a articolului prezentat este generată de importanţa care se acordă tot mai mult în proiectarea antiseismică modernă asigurării ductilităţii elementelor componente ale structurii şi — pe această cale — a capacităţii de a absorbi energia introdusă de cutremur.

Evaluarea ductilităţii şi a energiei absorbite de elementele încovoiate de beton armat a fost făcută pornind de la determinarea pe cale teoretică a coordonatelor punctului de atingere a rezistenţei de calcul în armătură şi a celui corespunzător epuizării capacităţii de rezistenţă, utilizînd diagrama moment încovoietor-curbură. Pentru stabilirea acestor coordonate s-a făcut apel la ipotezele curent aplicate pentru distribuirea deformaţiilor şi a eforturilor unitare în secţiune, completate cu o serie de date furnizate de literatura de specialitate.

Urmărind ilustrarea sub acest aspect cantitativ a influenţei exercitate de diverşii parametri, expresiile stabilite au fost aplicate la cîteva cazuri întîlnite curent în proiectarea structurilor.

Examinarea acestor expresii, precum şi a rezultatelor numerice obţinute prin aplicarea lor, permite tragerea anumitor concluzii cu privire la variaţia ductilităţii şi a capacităţii de absorbţie a energiei, în funcţie de parametrii implicaţi. Din punct de vedere calitativ, acestea pot fi rezumate după cum urmează :

Ductilitatea şi capacitatea de absorbţie a energiei de către elementele încovoiate de beton armat sînt influenţate foarte favorabil prin creşterea mărcii betonului utilizat şi prin asigurarea unei valori mărite a deformaţiei specifice limită a betonului comprimat din încovoiere. Acest din urma rezultat se poate obţine datorită efectului de ,,fretare'' exercitat de etrierii dispuşi convenabil.

Mărirea procentului armăturii întinse, ca şi folosirea unui oţel cu caracteristici mecanice superioare duc la scăderea ductilităţii şi a energiei absorbite, efectul fiind însă mai atenuat în cazul acesteia din urmă.

Prevederea unei armături în zona comprimată a secţiunii acţionează favorabil asupra ductilităţii şi energiei absorbite, putînd duce la o creştere considerabilă a mărimii acestora în cazul unei armături comprimate relativ puternice.

Aceste constatări duc la o formulare generală a necesităţii ,,întăririi'' zonei comprimate a elementului încovoiat de beton armat, pentru a-i asigura posibilitatea unei deformări ductile satisfăcătoare.

Dimensiunile secţiunii transversale a unui element structural încovoiat (de exemplu, o riglă de cadru) fiind în general limitate de cerinţe de ordin tehnologic, arhitectural sau constructiv, obţinerea unei *anumite* capacităţi de rezistenţă (moment capabil) se poate face acţionînd asupra armăturii (procent de armare, rezistenţă de calcul). Utilizarea unui oţel cu rezistenţa de calcul mai ridicată apare deci perfect justificată din punct de vedere economic, deoarece reduce procentul armăturii întinse şi deci cantitatea totală de oţel consumată. Ductilitatea elementului este însă diminuată în aceste condiţii.

Dacă însă, concomitent cu folosirea oţelului superior, se prevede şi sporirea mărcii betonului, se obţine, nu numai o oarecare creştere a capacităţii de rezistenţă, ci şi îmbunătăţirea comportării elementului sub aspectul ductilităţii şi al capacităţii de absorbţie a energiei. În acest mod, rezultatele prezentate în cuprinsul articolului vin să sublinieze o dată mai mult faptul că utilizarea pe deplin raţională a caracteristicilor mecanice ale oţelului superior nu poate fi desprinsă de prevederea corespunzătoare a unei mărci superioare de beton.

Introducerea unei armături în zona comprimată a secţiunii — soluţie la care se apelează în general în cazuri rare, din cauza consumului neeconomic de oţel care rezultă — se dovedeşte foarte eficientă din punctul de vedere al ductilităţii şi al energiei absorbite. Trebuie însă remarcat că în secţiunile cele mai solicitate ale elementelor încovoiate ale structurilor antiseismice — şi anume, în porţiunile de la reazeme ale riglelor cadrelor — există totdeauna armătură de rezistenţă amplasată în zona comprimată, astfel încît, în general, nu apare necesară prevederea unor bare suplimentare în scopul asigurării unei ductilităţi mărite.

Ca o ilustrare a unora din concluziile de mai sus se pot menţiona unele prevederi referitoare la asigurarea ductilităţii riglelor cadrelor de beton armat, aşa cum apar în prescripţiile de proiectare antiseismică elaborate relativ recent în S.U.A. [10] :

— utilizarea betoanelor avînd rezistenţa de rupere la compresiune (determinată pe epruvete cilindrice) de min. 3000 psi (~ 210 kgf/cm^2), ceea ce ar corespunde aproximativ mărcii B 300;

— utilizarea armăturii din oţel-beton a cărui rezistenţă de curgere minimă să nu depăşească 40 000 psi (~ 2800 kgf/cm^2), condiţie în care s-ar încadra oţelurile OB 38 şi PC 52 folosite la noi;

— menţinerea unui procent minim de armare egal cu 0,5% pe întreaga lungime a riglei, atît la partea inferioară, cît şi la cea superioară;

— prevederea unei armături continue la partea superioară a riglei, avînd secţiunea egală cel puţin cu 25% din cea necesară pentru preluarea celui mai mare moment negativ la reazeme.

★

Asigurarea ductilităţii necesare unei structuri proiectate să reziste acţiunii seismice nu reprezintă numai un pas înainte către înţelegerea modului real de comportare a acesteia, ci oferă totodată posibilitatea obţinerii unui grad de siguranţă adecvat, fără a impieta asupra aspectului economic.

În primul moment s-ar părea că cerinţele asigurării ductilităţii şi — implicit — capacităţii de absorbţie a energiei nu pot fi satisfăcute decît cu preţul unui anumit consum suplimentar de beton şi oţel. În realitate, dacă comportarea adecvată a structurii în domeniul plastic este asigurată prin măsurile preconizate şi printr-o alcătuire corespunzătoare a detaliilor, mărimea forţelor seismice utilizate în calculul elastic poate fi considerabil redusă, ceea ce duce direct la o dimensionare mai economică a elementelor structurale. În acest sens se pot cita prescripţiile din S.U.A. [10] şi cele din Chile [11] elaborate în ultima perioadă, care indică astfel de reduceri de ordinul a 20—50% pentru structurile care au ductilitatea asigurată, în comparaţie cu structurile similare care nu îndeplinesc această condiţie.

Luînd în considerare aspectele teoretice discutate în cuprinsul articolului de faţă şi pe baza unor confirmări de natură experimentală, apare posibil ca, printr-o alegere raţională a parametrilor de importanţă majoră, să se utilizeze eficient proprietăţile betonului şi ale armăturii, astfel încît rezistenţa şi ductilitatea structurilor antiseismice de beton armat să fie concomitent asigurate în cadrul unei proiectări economice.

Bibliografie

[1] Veletsos A.S., Newmark N.M. — *Efect of Inelastic Behaviour on the Response of Simple Systems to Earthquake Motions.* Proc. 2-nd W.C.E.E., Tokyo, 1960.

[2] Berg G.V., Thomaides S.S. — *Energy Consumption by Structures in Strong — Motion Earthquakes.* Proc. 2-nd, W.C.E.E., Tokyo. 1960

[3] Newmark N.M. — *Current Trends in the Seismic Analysis and Design of High — Rise Structures.* Proc. Symposium on Earthquake Engineering, Vancouver, 1965

[4] Housner G.W. — *Behaviour of Structures During Earthquakes.* Proc. ASCE, vol. 85, nr. EM 4, oct. 1959.

[5] Nicolau V. — *Betonul armat.* Editura tehnică, Bucureşti, 1962.

[6] Blume J.A., Newmark N.M., Corning L.H. — *Design of Multistory Reinforced Concrete Buildings for Earthquake Motions,* Portland Cement Association, Chicago, 1961.

[7] * * * — *Building Code Requirements for Reinforced Concrete.* ACI 318—63.

[8] Ferguson Ph. — *Reinforced Concrete Fundamentals,* Wiley International Edition, 1965.

[9] Saillard Y. — *Bilan de quatre années d'application pratique des recommandations internationales C.E.B. et F.I.P./C.E.B..* Annales de l'Institut technique du batiment et des travaux publics, nr. 253, 1969.

[10] * * * *Recommended Lateral Force Requirements.* Seismology Committee Structural Engineers Association of California (SEAOC), 1966.

[11] * * * *Calculo antiseismico de edificios* (INDITECNOR 63—9d). Instituto nacional de investigaciones tecnologicas y normalizacion, Santiago, Chile, 1966.

Calculul static al structurilor din elemente prefabricate de beton armat avînd îmbinări cu continuitate unilaterală

Ing. **Radu Agent**

I. ÎMBINĂRI CU CONTINUITATE UNILATERALĂ

La alcătuirea îmbinărilor de continuitate ale structurilor din elemente prefabricate de beton armat (pe reazemele grinzilor continue, la noduri de cadru etc.) este de regulă relativ uşor să se asigure transmiterea momentelor încovoietoare negative ale grinzilor, respectiv ale eforturilor de întindere de la partea superioară a secţiunii, însă prezintă dificultăţi mai mari realizarea transmiterii momentelor pozitive.

De exemplu, la o grindă de rulare ca în figura 1, unde din acţiunea încărcărilor mobile pot apărea momente pozitive pe reazeme, transmiterea acestora prin îmbinări de continuitate este în general dificilă, neexistînd spaţiu suficient pe reazem pentru a se lăsa mustăţi de armătură la partea inferioară. Nici realizarea îmbinărilor respective prin plăcuţe metalice sudate nu elimină toate dificultăţile, întrucît, pe de o parte, nu pot fi evitate excentricităţi în transmiterea mai departe a eforturilor de întindere de la aceste plăcuţe la armăturile grinzilor prefabricate, iar pe de altă parte, piesele metalice laterale rămîn aparente, neprotejate contra coroziunii.

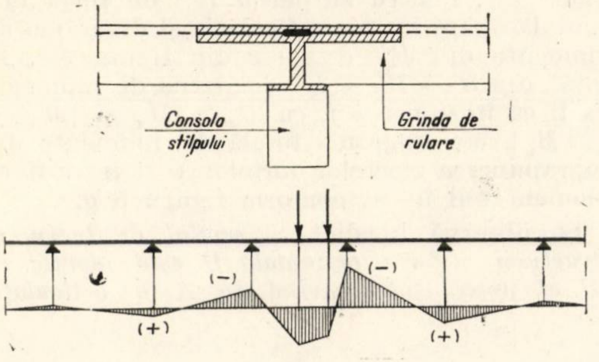
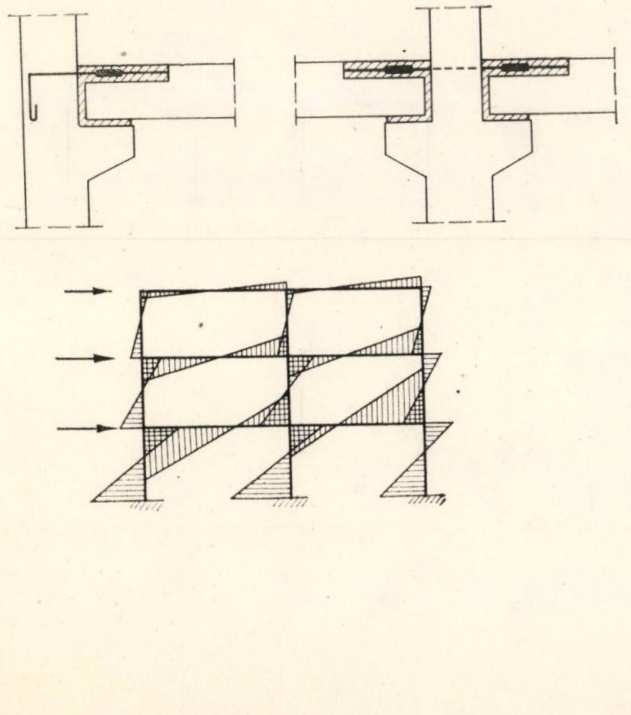


Fig. 1

Fig. 2



Probleme similare se pun şi la nodurile structurilor prefabricate ale clădirilor etajate (fig. 2), unde din acţiunea forţelor orizontale pot apărea la capetele riglelor momente pozitive, nu totdeauna compensate de momentele negative produse de încărcările verticale.

Rezultă deci un tip aparte de îmbinare, caracteristică prin aceea că nu poate transmite decît momente de un singur semn, de regulă momente negative, astfel că poate fi denumită *îmbinare cu continuitate unilaterală*. Vom adopta pentru aceste îmbinări reprezentarea convenţională din figura 3, care simbolizează continuitatea la momentele care produc eforturi de întindere la partea superioară a secţiunii şi comportarea ca articulaţie la cele care întind partea inferioară. În figura 3 *b*, *c*, *d*, *e* se exemplifică reprezentarea adoptată la cîteva cazuri uzuale de îmbinări.

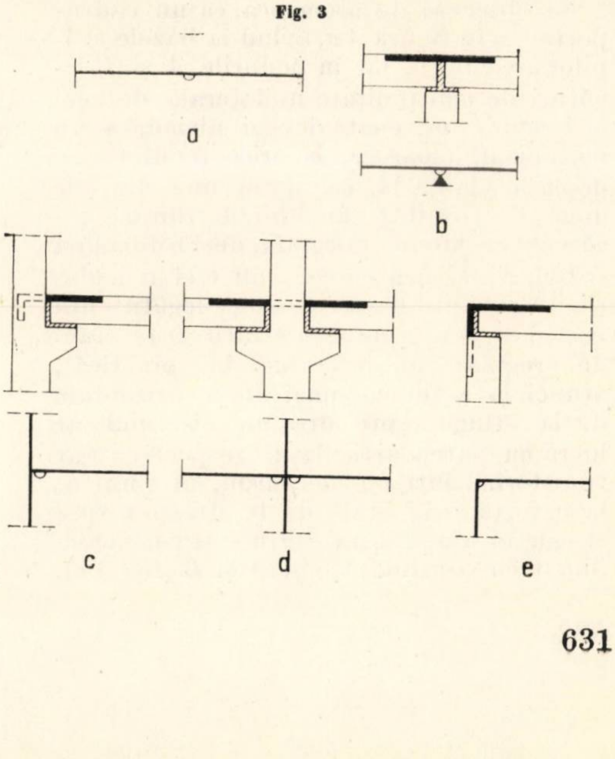
În lucrarea de faţă se prezintă o analiză a principiilor şi metodelor calculului static al structurilor avînd îmbinări cu continuitate unilaterală.

II. ELEMENTE PENTRU CALCULUL STRUCTURILOR

II. 1. Stabilirea gradului de nedeterminare statică

Spre deosebire de structurile obişnuite cu continuităţi sau articulaţii bilaterale (complete), în cazul de faţă *gradul de nedeterminare statică depinde şi de ipoteza de încărcare*. Un acelaşi sistem poate deveni, în diferite ipoteze de încăr-

Fig. 3



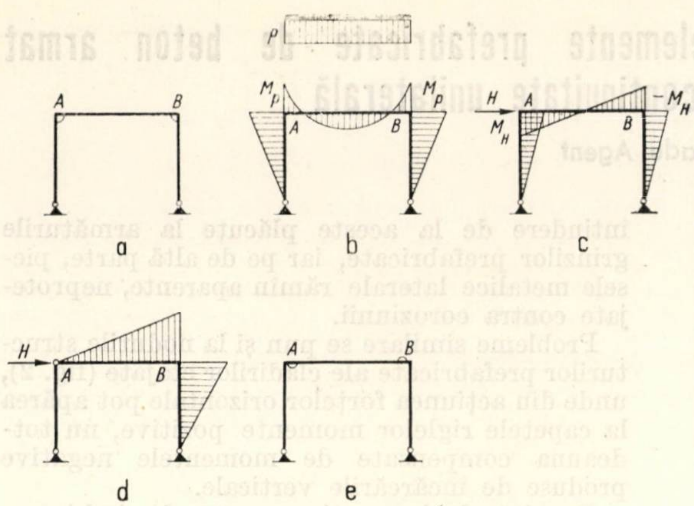


Fig. 4

care, static nedeterminat, static determinat sau mecanism cu grade de libertate. Modul cum se manifestă această dependenţă poate fi urmărit pe exemplul din figura 4 : un cadru-portal cu articulaţii la bazele stîlpilor şi cu legături de continuitate unilaterală între riglă şi stîlpi (fig. 4 *a*).

— La o încărcare verticală simetrică *p*, acţionînd de sus în jos (fig. 4 *b*), sistemul are la ambele noduri momente negative $M_A = M_B = M_p$, deci lucrează ca un cadru o dată static nedeterminat.

— La o forţă orizontală *H*, dirijată, de exemplu, de la stînga spre dreapta, diagrama de momente în cazul unor continuităţi obişnuite (complete) în *A* şi *B* ar fi cea din figura 4 *c* ($M_A = - M_B = M_H$). Continuităţile fiind unilaterale, nodul *B* poate prelua momentul negativ M_B, însă nodul *A* nu poate prelua momentul pozitiv M_A, astfel că în schema de calcul apare în *A* o articulaţie şi diagrama de momente devine cea din figura 4 *d*. Sistemul este în acest caz static determinat (cadru cu trei articulaţii).

Se observă, de asemenea, că un cadru-portal ca în figura 4 *a*, avînd la bazele stîlpilor articulaţii, iar în nodurile *A* şi *B* legături de continuitate unilaterală de acelaşi semn, nu poate deveni niciodată un mecanism, deoarece, la orice tendinţă de deplasare laterală, cel puţin una din cele două continuităţi unilaterale rămîne încărcată cu moment negativ, deci totdeauna sistemul lucrează cu cel mult trei articulaţii. În schimb, dacă cele două legături din *A* şi *B* ar fi de semne contrarii (caz care, de regulă, nu intervine în practică), atunci la acţiunea unei forţe orizontale de la stînga spre dreapta sistemul ar lucra cu patru articulaţii, respectiv s-ar transforma într-un mecanism, în timp ce la o forţă orizontală de la dreapta spre stînga ar rămîne un cadru static nedeterminat cu continuităţi în *A* şi *B* (fig. 4 *e*).

II. 2. Schema de calcul

Pentru a ajunge la definirea unor reguli generale privind modul de abordare şi conducere a calculului static, să pornim tot de la cazul particular al cadrului-portal din figura 4 şi să suprapunem efectele celor două încărcări considerate : încărcarea verticală *p* de pe rigla *AB* şi forţa orizontală *H* aplicată la nivelul riglei (fig. 5).

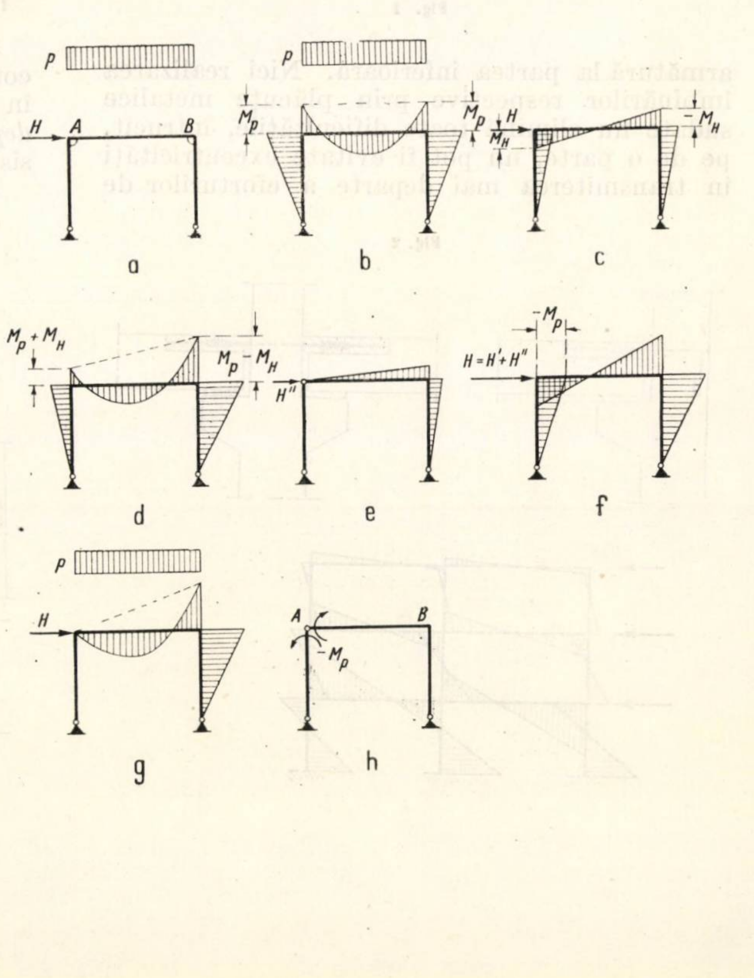
Pot apărea două situaţii :

—Dacă momentul pozitiv din *A* produs de forţa orizontală este mai mic decît momentul negativ produs de încărcarea verticală ($|M_H| < |M_p|$), atunci diagrama momentelor totale se prezintă ca în figura 5 *d*, cu momente negative la ambele noduri, deci continuităţile din *A* şi *B* funcţionează şi calculul cadrului se face în modul clasic, suprapunînd efectele celor două încărcări.

— Dacă $|M_H| > |M_p|$, atunci pentru fracţiunea H' din H care corespunde la $|M_H| = |M_p|$ sistemul lucrează la fel ca mai sus, iar diagrama momentelor din acţiunea lui H' este cea din figura 5 *c*. Pentru surplusul H'' de forţă orizontală apare în *A* o articulaţie şi diagrama de momente din H'' este cea din figura 5 *e*. În total, din $H = H' + H''$ diagrama de momente va fi ca în figura 5 *f*, cu $M_B > M_A$ şi $|M_A| = |M_p|$, iar diagrama totală de momente din suprapunerea efectelor forţelor *p* şi *H* va fi cu moment nul în *A*, conform figurii 5 *g*.

Se observă imediat că *modul de lucru al structurii la forţa orizontală H este identic cu cel al unui cadru avînd în A o articulaţie*

Fig. 5



plastică, cu momentul capabil $-M_p$ (fig. 5 *h*). Pînă la valoarea H' a forței orizontale, care anulează momentul negativ produs de încărcarea în A, sistemul se comportă ca un cadru cu continuități complete, iar pentru surplusul de forță orizontală legătura din A lucrează ca o articulație.

În mod similar, grinda de rulare din figura 1 se va comporta ca o grindă continuă pentru încărcările utile care produc pe reazeme momente pozitive mai mici sau cel mult egale cu momentele negative date de încărcarea permanentă, iar pentru surplusul de încărcare utilă va lucra cu articulații pe reazemele respective.

Rezultă ca o concluzie general valabilă că *o structură avînd îmbinări cu continuitate unilaterală se poate calcula după regulile cunoscute ale calculului structurilor cu articulații plastice*, cu următoarele precizări :

— Față de articulațiile plastice propriu-zise, care sînt de fapt numai niște schematizări ale unor zone mai mari plastificate, aici este vorba de discontinuități punctuale reale. În consecință, calculul se aplică la structurile de beton armat fără restricțiile și corecțiile cunoscute din cazul calculului în domeniul plastic.

— Nefiind cunoscut de la început numărul secțiunilor în care se formează articulații, iar acesta fiind în orice caz mai mic decît cel necesar pentru a transforma sistemul într-un mecanism, nu se aplică metodele bazate pe considerarea stadiului de echilibru limită, ci numai un calcul din aproape în aproape, de tip ,,biografic''.

— Spre deosebire de articulațiile plastice propriu-zise, articulațiile care apar în legăturile cu continuitate unilaterală au un caracter reversibil, adică, o dată apărute într-o anumită ipoteză de încărcare, se pot apoi ,,închide'', redevenind continuități la alte ipoteze de solicitare.

II.3. Simplificări în mersul calculului

Calculul static nu rezultă atît de laborios cum este cel biografic din domeniul plastic, deoarece în cazul de față secțiunile în care s-ar putea forma articulațiile sînt limitate ca număr și nu pot fi altele decît îmbinările cu continuitate unilaterală ; de exemplu, la un cadru etajat ca în figura 6 pot fi numai secțiunile de la capetele din aceeași parte a riglelor (stînga sau dreapta, după sensul de acțiune al forțelor orizontale).

De aceea este posibil să se utilizeze următorul procedeu simplificat :

— Se face întîi un calcul obișnuit, cu continuități complete în toate nodurile.

— Dacă din suprapunerea efectelor forțelor verticale și orizontale rezultă momente pozitive la capetele unor rigle, se face un nou calcul, introducînd simultan la toate aceste capete de rigle articulații. Pentru cadrul din figura 6 se ajunge la o schemă ca în figura 6 *b* (sau ca în figura 6 *c*, dacă numai la nivelurile inferioare ale cadrului momentele pozitive produse de forțele orizontale ajung să fie suficient de mari pentru a depăși pe cele negative date de încărcările verticale).

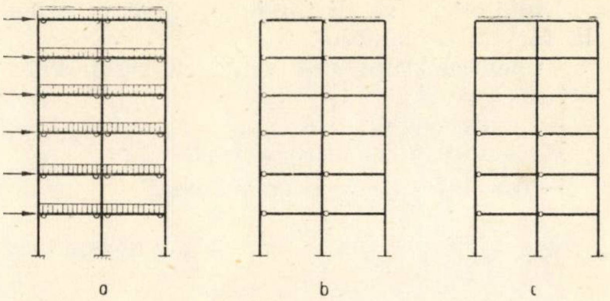


Fig. 6

— De regulă, acest al doilea calcul este suficient, permițînd detectarea tuturor secțiunilor în care apar articulații. În cazurile speciale cînd totuși din noua diagramă de momente obținută rezultă că mai apar în continuare articulații și la alte capete de rigle, se reface calculul, adăugîndu-le și pe acestea.

În cele ce urmează se dă un exemplu numeric pentru ilustrarea mersului rezolvării.

III. EXEMPLU DE CALCUL

III.1. Date geometrice și încărcări

Cadrul considerat este arătat în figura 7. Toate riglele sînt rezemate pe stîlpi prin îmbinări cu continuitate unilaterală. Cifrele înscrise în paranteze pe bare indică valorile momentelor de inerție ale barelor. Se cere determinarea momentelor sub încărcarea cu forțele orizontale arătate în figură, în două ipoteze :

— pentru cadrul încărcat numai cu greutatea permanentă (g) ;

— pentru cadrul încărcat și cu sarcinile utile $(g+p)$.

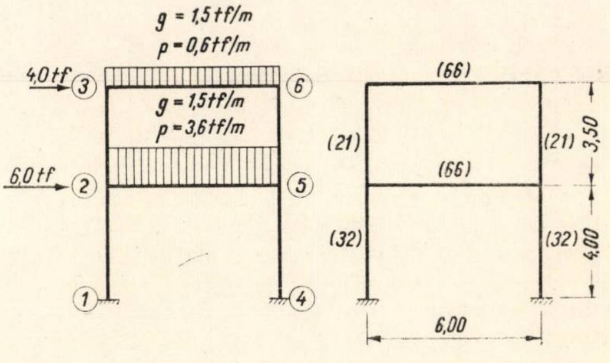
III.2. Calculul obișnuit, cu continuități complete la noduri

Rigiditățile la rotire ale barelor, pentru calculul la încărcări verticale :

$$\rho_{25} = \rho_{36} = \frac{66}{6,00} = 11\,; \quad \rho_{12} = \rho_{45} = \frac{32}{4,00} = 8\,;$$

$$\rho_{23} = \rho_{56} = \frac{21}{3,50} = 6$$

Fig. 7



Rigiditățile la distorsiune, pentru calculul la forțele orizontale:

— pentru stîlpi sînt egale cu rigiditățile la rotire ($\overline{\rho} = \rho$);

— pentru rigle $\overline{\rho} = 6\,\rho$; $\overline{\rho}_{25} = \overline{\rho}_{36} = 6 \times 11 = 66$.

Momente de încastrare perfectă:

— din încărcarea permanentă:

$$\overline{M}_{25} = \overline{M}_{36} = \frac{1{,}5 \times 6{,}0^2}{12} = +\,4{,}50 \text{ tfm};$$

$$\overline{M}_{52} = \overline{M}_{63} = -\,4{,}50 \text{ tfm}$$

— din încărcările utile:

$$\overline{M}_{25} = \frac{3{,}6 \times 6{,}0^2}{12} = +\,10{,}8 \text{ tfm};$$

$$\overline{M}_{52} = -\,10{,}8 \text{ tfm};$$

$$\overline{M}_{36} = \frac{0{,}6 \times 6{,}0^2}{12} = +\,1{,}8 \text{ tfm};$$

$$\overline{M}_{63} = -\,1{,}8 \text{ tfm}.$$

— din încărcările orizontale:

$$Q_{36} = H_3 = 4 \text{ tf};\ Q_{25} = H_3 + H_2 = 4 + 6 = 10 \text{ tf}.$$

$$\overline{M}_{23} = \overline{M}_{32} = \overline{M}_{56} = \overline{M}_{65} = \frac{4 \times 3{,}50}{4} = 3{,}50 \text{ tfm};$$

$$\overline{M}_{12} = \overline{M}_{21} = \overline{M}_{45} = \overline{M}_{54} = \frac{10{,}0 \times 4{,}00}{4} = 10{,}00 \text{ tfm}.$$

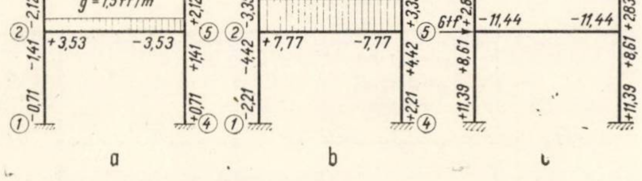
Cu aceste date, efectuînd calculele, rezultă momentele la capetele barelor arătate în figura 8 (în tfm, în convenția de semne orară).

Suprapunînd efectele din ipotezele de încărcare $g + H$ și $g + p + H$, rezultă la capetele riglelor momentele din figura 9. Se observă că:

— în ipoteza $g + H$, la capetele din stînga ale ambelor rigle momentele sînt negative în convenția de semne orară, deci pozitive în convenția de semne după fibra întinsă; în consecință, va trebui să refacem calculul, introducînd articulații în secțiunile 2—5 și 3—6;

— în ipoteza de încărcare $g + p + H$, momentele la aceleași capete de bare sînt aproape nule ($M_{36} = +\,0{,}20$ tfm; $M_{25} = -\,0{,}14$ tfm), astfel

Fig. 8


g = 1,5 tf/m
g = 1,5 tf/m
p = 0,6 tf/m
p = 3,6 tf/m
4 tf
6 tf
+2,63
−2,63
+3,53
−3,53
−2,63
−2,12
−1,41
−0,71
+2,63
+2,12
+1,41
+0,71
+1,74
−1,74
+7,77
−7,77
−1,74
−3,35
−4,42
−2,21
+1,74
+3,35
+4,42
+2,21
−4,17
−4,17
−11,44
−11,44
+4,17
+2,83
+8,61
+11,39
+4,17
+2,83
+8,61
+11,39
1
2
3
4
5
6
a
b
c

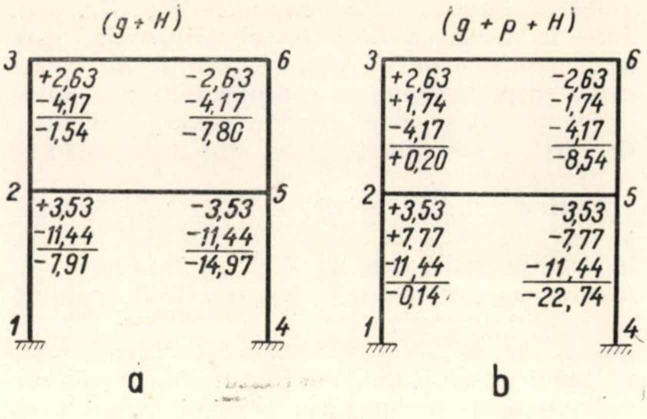

(g + H)
(g + p + H)
3
6
2
5
1
4
+2,63
−4,17
−1,54
−2,63
−4,17
−7,80
+3,53
−11,44
−7,91
−3,53
−11,44
−14,97
+2,63
+1,74
−4,17
+0,20
−2,63
−1,74
−4,17
−8,54
+3,53
+7,77
−11,44
−0,14
−3,53
−7,77
−11,44
−22,74
a
b

Fig. 9

că ne putem limita la primul calcul, fără articulații.

III.3. Calculul cu articulații în ipoteza de încărcare $g + H$

Schema cadrului devine cea din figura 10. Efectuînd calculul pe această schemă, se obține diagrama de momente din figura 11, care este cea finală din $g + H$.

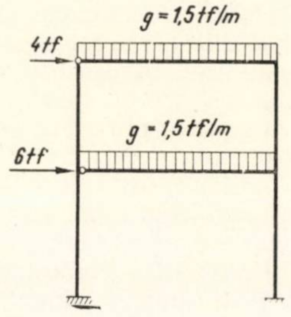

g = 1,5 tf/m
g = 1,5 tf/m
4 tf
6 tf

Fig. 10

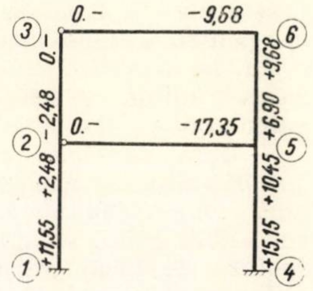

0.−
−9,68
0.−
−17,35
0.−
−2,48
+2,48
+11,55
+9,68
+6,90
+10,45
+15,15
1
2
3
4
5
6

Fig. 11

IV. CONCLUZII

Din cele arătate se pot desprinde următoarele concluzii generale:

— Dificultatea de a realiza la structurile din elemente prefabricate de beton armat îmbinări cu continuități bilaterale nu trebuie să ducă la necesitatea de a considera îmbinările respective ca pe niște articulații, ci se pot realiza structuri într-o concepție statică rațională și fără complicații constructive deosebite, luînd în considerare aceste îmbinări ca legături cu continuitate unilaterală.

— Calculul static se conduce după aceleași reguli ca și un calcul „biografic" al structurii în domeniul plastic, însă cu simplificările arătate, ținînd seama de particularitățile structurilor cu îmbinări cu continuitate unilaterală. El devine astfel abordabil fără dificultăți deosebite pentru practică.

Cercetări experimentale privind comportarea unor sisteme de îmbinare la solicitări statice

Ing. **Fl. Alexandrescu**
INCERC

I. SCOPUL ŞI OBIECTIVELE CERCETĂRII

În vederea îmbunătăţirii proiectelor care se aplică în prezent şi elaborării de noi soluţii pentru îmbinările de rezistenţă la clădirile de locuit cu panouri mari prefabricate s-a prevăzut experimentarea la INCERC a două categorii de îmbinări, proiectate în colaborare cu I.P.C.T., şi anume:

a) **îmbinări elementare** la care profilul rostului este acelaşi în tot lungul îmbinării sau la care pe întreaga lungime a rostului nu există decît un singur element de rezistenţă (pană, dinte etc.);

b) **îmbinări complexe** la care rostul în lungimea sa este format din succesiunea a două sau mai multe tipuri de îmbinări elementare şi eventual alte elemente de beton sau beton armat capabile să preia eforturi de alunecare (stîlpişori de monolitizare etc.).

Cercetările din prima etapă (1967) s-au referit la „îmbinări elementare" şi au dus la următoarele concluzii:

— încărcările gravitaţionale măresc rezistenţa rostului orizontal la alunecare;

— aderenţa betonului în cazul subbetonării este capabilă să preia o forţă tăietoare importantă;

— rezistenţa maximă la lunecare o prezintă îmbinările cu pene.

Aceste cercetări au făcut obiectul unui articol publicat în nr. 1/1968 al Revistei construcţiilor şi materialelor de construcţii.

Îmbinarea elementară „pe pat de mortar" s-a folosit în proiectul ISCAS 4209 „clădire experimentală cu panouri mari din zgură expandată — Deva".

Cercetările din a doua etapă (1968), pe lîngă efectuarea de noi încercări pe îmbinări elementare, au supus ruperii, prin solicitarea statică de forfecare pură, prototipuri de „îmbinări complexe", care:

— la îmbinările elementare să furnizeze noi date de apreciere comparativă, calitativă în ceea ce priveşte valoarea forţei tăietoare de rupere şi a modului în care se produce ruperea;

— la îmbinările complexe să furnizeze date de apreciere comparativă, calitativă asupra capacităţii portante şi de a verifica în ce măsură se poate determina valoarea forţei tăietoare de rupere a unei îmbinări complexe prin însumarea forţelor tăietoare de rupere a îmbinărilor elementare ce o compun.

Încercările s-au efectuat, în general, fără eforturi de compresiune uniform repartizate în lungul rostului şi normale pe acesta, deoarece s-a considerat cazul cel mai defavorabil posibil în timpul unui seism.

În 1968 s-au experimentat următoarele tipuri de îmbinări:

A. Îmbinări elementare

1. Îmbinări pe pat de mortar.
2. Îmbinări cu subbetonare cu feţe lise (feţele panourilor verticale adiacente rostului orizontal).
3. Îmbinări cu pene (realizate prin subbetonare), toate de beton simplu.

B. Îmbinări complexe

1. Îmbinări pe pat de mortar cu stîlpişor vertical de beton sau beton armat.
2. Îmbinări cu subbetonare, cu feţe lise, cu stîlpişor vertical de beton armat.
3. Îmbinări cu pene cu stîlpişor vertical de beton sau beton armat.

II. CARACTERISTICILE ELEMENTELOR EXPERIMENTALE

În vederea executării machetelor experimentale A_I, A_{II}, A_{III}, B_I, B_{II}, B_{III} (fig. 1), care să modeleze la scara 1:1 un rost orizontal de 3,00 sau 3,30 m lungime, s-au proiectat şi executat mai multe tipuri de panouri de beton B 400 prevăzute cu găuri sau urechi de agăţare, cu întărituri metalice pentru aplicarea forţelor şi armarea corespunzătoare transmiterii forţelor.

Lungimile de forfecare ale elementelor de rezistenţă din rost au fost determinate în funcţie de capacitatea de solicitare a instalaţiei şi capacitatea portantă antecalculată a rostului la forfecare.

III. SCHEMA DE ÎNCERCARE

Solicitarea de forfecare pură în rostul orizontal al machetei ($M = 0$; $T = T_1$) s-a obţinut cu ajutorul a două cupluri egale şi de sens contrar F_1 şi F_2 al căror efect asupra machetei experimentale este ilustrat de diagramele M şi T, cupluri care au fost realizate cu ajutorul unei instalaţii metalice şi o presă hidraulică acţionată manual (fig. 2).

Forţa F_1 cu care acţionează presa a fost determinată pe baza unor diagrame „forţă-presiune" determinate în prealabil prin transformarea presiunii înregistrate la manometrul presei hidraulice.

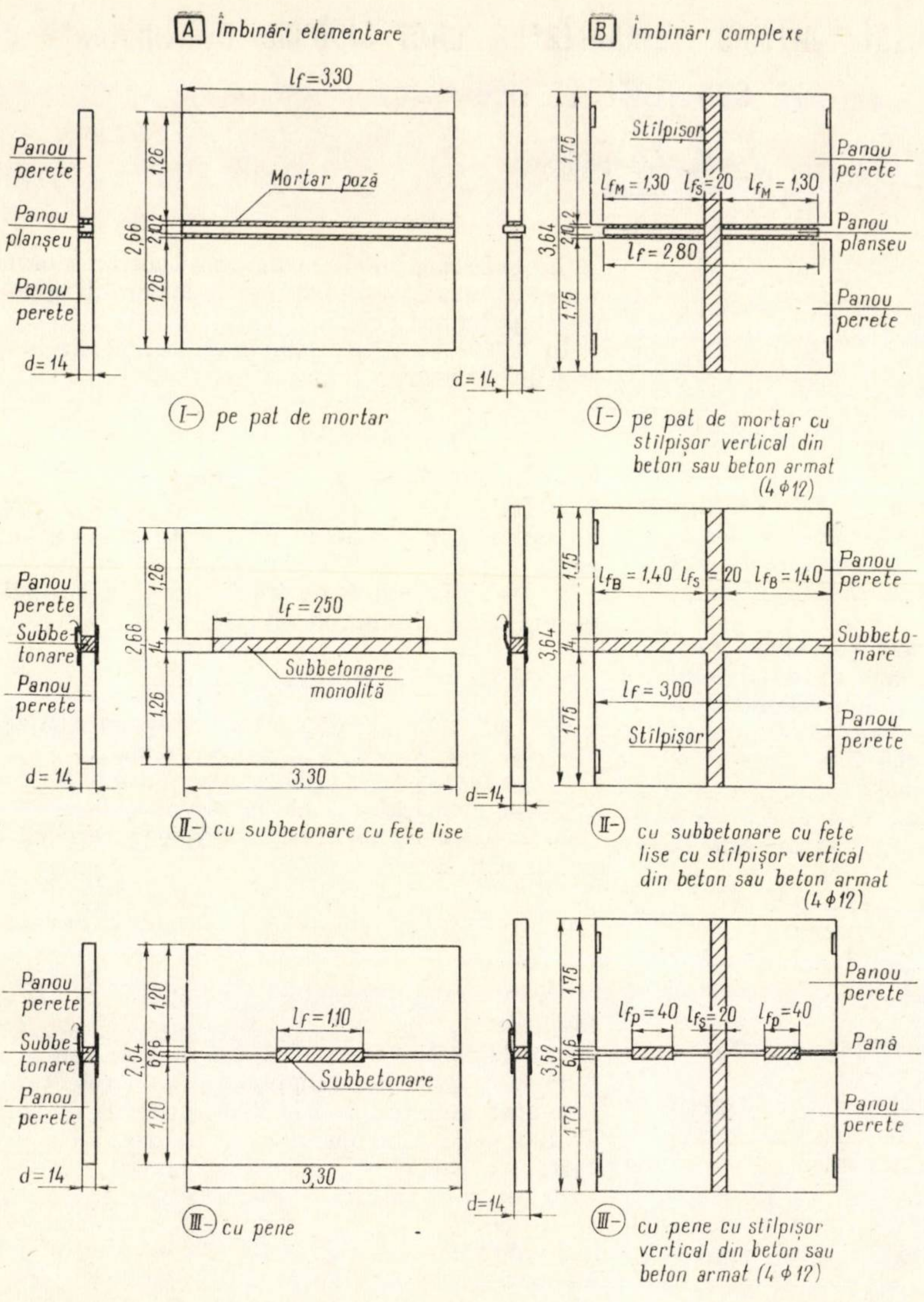

A Îmbinări elementare
B Îmbinări complexe
$l_f=3,30$
Panou perete
Panou planşeu
Panou perete
Mortar pozā
2,66
1,26
2,02
1,26
d = 14
Stîlpişor
$l_{f_M}=1,30$ $l_{f_S}=20$ $l_{f_M}=1,30$
$l_f=2,80$
3,64
1,75
1,75
Panou perete
Panou planşeu
Panou perete
d = 14
I- pe pat de mortar
I- pe pat de mortar cu stîlpişor vertical din beton sau beton armat (4 ϕ12)
Panou perete
Subbetonare
Panou perete
$l_f=250$
Subbetonare monolită
2,66
1,26
14
1,26
3,30
d = 14
$l_{f_B}=1,40$ $l_{f_S}=20$ $l_{f_B}=1,40$
$l_f=3,00$
Stîlpişor
3,64
1,75
14
1,75
Panou perete
Subbetonare
Panou perete
d = 14
II- cu subbetonare cu feţe lise
II- cu subbetonare cu feţe lise cu stîlpişor vertical din beton sau beton armat (4 ϕ12)
Panou perete
Subbetonare
Panou perete
$l_f=1,10$
Subbetonare
2,54
1,20
6,26
1,20
3,30
d = 14
$l_{f_p}=40$ $l_{f_S}=20$ $l_{f_p}=40$
3,52
1,75
6,26
1,75
Panou perete
Pană
Panou perete
d = 14
III- cu pene
III- cu pene cu stîlpişor vertical din beton sau beton armat (4 ϕ12)

Fig. 1

Instalaţia metalică transformă forţa F_1 dată de presă în forţa tăietoare T_1 din rost, prin intermediul cuplurilor de forţe F_1 şi F_2 în care :

$$F_2 = \frac{a}{b} F_1$$

a, b fiind egali cu distanţele de la axul tirantului la F_1 respectiv F_2 şi

$$T_1 = F_2 - F_1 = \frac{a}{b} F_1 - F_1 = \frac{a-b}{b} F_1$$

Pentru compararea rezultatelor, în special la îmbinările elementare, s-a considerat şi un efort unitar convenţional mediu :

$$\tau = \frac{T_1}{d \cdot l_f}$$

unde

d este grosimea elementului (14 cm);

l_f — lungimea secţiunii de forfecare.

Influenţa sarcinilor verticale din construcţie, atunci cînd s-a luat în consideraţie, a fost modelată cu ajutorul unor prese hidraulice capabile să dezvolte forţe N aplicate la extremităţile panourilor al căror efect pe rost este o forţă considerată uniform repartizată :

$$p = \frac{2N}{d \cdot l_f}$$

IV. ÎNCERCĂRI EFECTUATE, REZULTATE OBŢINUTE

A. Îmbinări elementare

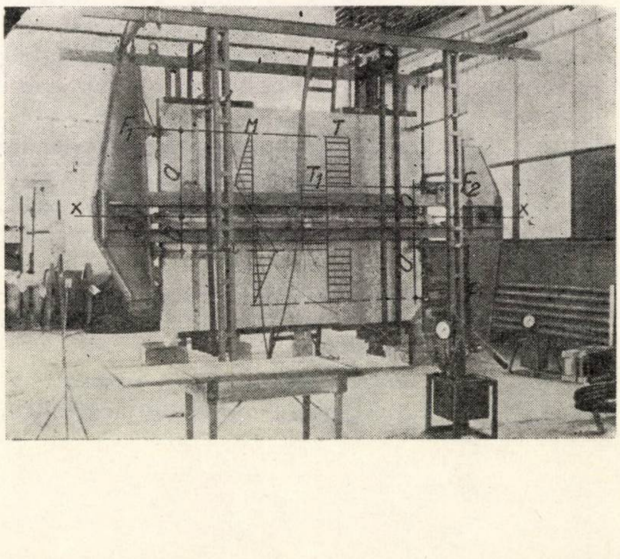
1. Îmbinări pe pat de mortar

Cu acest tip de îmbinare s-au efectuat trei încercări, urmărindu-se variaţia efortului unitar convenţional mediu τ în funcţie de marca mortarului din îmbinare şi valoarea efortului de compresiune (p).

Machetele experimentale au fost astfel montate încît cele două rosturi de mortar ce s-au format între panourile componente să se afle în axul instalaţiei de forfecare.

Cele trei încercări au dat următoarele rezultate :

Fig. 2


F_1
M
T
T_1
F_2
x
x

$A_{I,1}$ — Pentru rezistența de 13 kg/cm² a mortarului din rost, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obținut o forță tăietoare de rupere în rost $T_1 = 6\,230$ kg ($\tau = 1{,}4$ kg/cm²).

$A_{I,2}$ — Pentru rezistența de 34 kg/cm² a mortarului din rost, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obținut o forță tăietoare de rupere în rost $T_1 = 5\,340$ kg ($\tau = 1{,}2$ kg/cm²).

$A_{I,3}$ — Pentru rezistența de 40 kg/cm² a mortarului din rost, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obținut o forță tăietoare de rupere $T_1 = 13\,800$ kg ($\tau = 3{,}0$ kg/cm²).

La această încercare s-a aplicat și efortul de compresiune uniform repartizat în lungul rostului și normal pe acesta ($p = 5$ kg/cm²).

La cele trei încercări, ruperea machetelor s-a produs casant, prin cedarea aderenței dintre mortarul din rost și panou.

2. Îmbinări cu subbetonare cu fețe lise

Cu acest tip de îmbinare s-au efectuat două încercări pentru a determina valorile efortului unitar convențional mediu pentru verificarea rezultatului obținut în etapa I.

După montarea corespunzătoare a machetei, astfel ca rostul orizontal obținut prin betonarea spațiului dintre panourile componente să se afle în axul instalației, s-au efectuat încercările care au dat următoarele rezultate :

$A_{II\cdot 1}$ Pentru rezistența de 285 kg/cm² a betonului din îmbinare, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obținut o forță tăietoare de rupere în rost $T_1 = 11\,200$ kg ($\tau = 3{,}2$ kg/cm²).

$A_{II\cdot 2}$ — Pentru rezistența de 200 kg/cm² a betonului din îmbinare, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obținut o forță tăietoare de rupere în rost $T_1 = 17\,400$ kg ($\tau = 5{,}0$ kg/cm²).

La ambele încercări, ruperea s-a produs casant, prin cedarea aderenței dintre betonul din rost și panou.

La încercarea $A_{II.1}$ la decofrarea monolitizării s-a observat că subbetonarea s-a executat defectuos: în urma tasării betonului proaspăt, panoul superior a rămas pe calaje, micșorînd suprafața de aderență cu un procent care nu a putut fi determinat.

Este foarte probabil ca acest defect să se producă și pe șantier, avînd în vedere că este destul de greu ca pe șantier să se poată asigura un beton avînd consistența și lucrabilitatea necesară, concomitent cu o tasare redusă a betonului din rost pînă la întărire.

3. Îmbinări cu pene (realizate prin subbetonare)

Numărul insuficient de valori obținute în prima etapă pentru valoarea aproximativă a forței tăietoare de rupere a acestui tip de îmbinare a determinat efectuarea în etapa a II-a a încă două încercări.

Machetele au fost montate analog cu machetele de îmbinări cu subbetonare cu fețe lise, respectîndu-se deschiderea și lungimea de forfecare specifice îmbinării cu pene.

Încercările au dat următoarele rezultate :

$A_{III.1}$ — Pentru rezistența de 340 kg/cm² a betonului din pană, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obținut o forță tăietoare de rupere în rost $T_1 = 18\,500$ kg ($\tau = 12{,}0$ kg/cm²)

$A_{III.2}$ — Pentru rezistența de 275 kg/cm² a betonului din pană, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obținut o forță tăietoare de rupere în rost $T_1 = 18\,200$ kg ($\tau = 11{,}9$ kg/cm²).

La ambele încercări, ruperea s-a produs prin cedarea betonului din îmbinare la stivuire, în dreptul extremităților verticale ale penei.

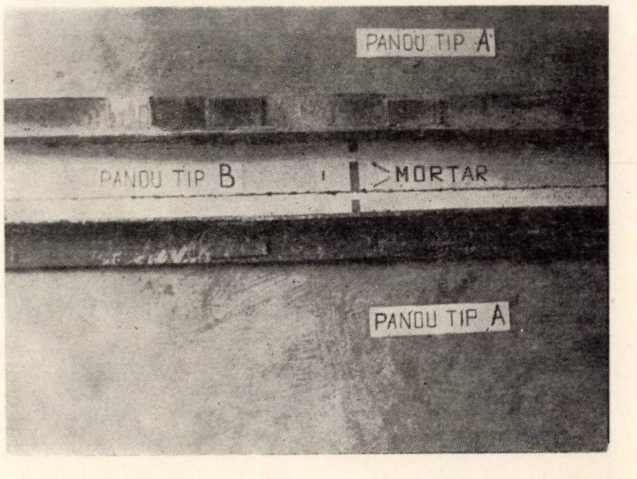
B. Îmbinări complexe

1. Îmbinări pe pat de mortar cu stîlpișor vertical de beton și beton armat

Cu acest tip de îmbinare s-au efectuat două încercări, urmărindu-se variația efortului unitar mediu convențional τ în funcție de rezistența betonului din stîlpișor și a mortarului din rostul orizontal, efectul prezenței sau lipsei armăturii în stîlpișor și în ce măsură suma capacităților portante ale îmbinărilor elementare componente coincide cu capacitatea portantă totală a îmbinării complexe, la solicitarea de forfecare.

Realizarea rostului orizontal s-a efectuat analog încercărilor elementare, folosindu-se calaje pentru montarea panourilor superioare, iar pe verticală s-a lăsat în mijlocul machetei un gol de 20 × 14 cm, care, prin betonare, a format un stîlpișor.

Fig. 3



Încercările au dat următoarele rezultate:

$B_{I,1}$ — Rezistențele la compresiune ale materialelor din rost au fost determinate la data încercării, pe cuburi cu latura de 10 cm, după cum urmează:

Betonul din stîlpișor 160 kg/cm^2

Mortarul din rostul orizontal 70 kg/cm^2

Ruperea s-a produs casant, prin cedarea aderenței dintre mortarul din rost și panou (fig. 3) și prin forfecarea simultană a stîlpișorului la o forță tăietoare $T_1 = 16\,100$ kg ($\tau = 4{,}1$ kg/cm^2).

Considerînd rezistența teoretică de rupere prin forfecare a betonului din stîlpișor și rezistența de rupere prin forfecare a rostului orizontal determinată pe cale experimentală la încercările elementare, se constată că, în această încercare, suma capacităților portante ale îmbinărilor elementare este aproximativ egală cu capacitatea portantă a îmbinării complexe.

$B_{I,2}$ — Rezisteţele la compresiune ale materialelor din rost, determinate ca mai sus, au fost:

Betonul din stîlpișor 230 kg/cm^2

Mortarul din rostul orizontal 100 kg/cm^2

La această machetă, stîlpișorul a fost armat cu 4 bare de oțel-beton OL 38 Ø 12 și etrieri Ø 6/20.

Ruperea s-a produs în același mod ca la încercarea $B_{I,1}$, la o forță tăietoare $T_1 = 23\,100$ kg ($\tau = 5{,}9$ kg/cm^2).

Făcînd aceleași considerații ca la încercarea precedentă, se constată că și în acest caz suma capacităților portante ale îmbinărilor elementare componente coincide cu capacitatea portantă a îmbinării complexe.

2. Îmbinări cu subbetonare cu fețe lise, cu stîlpișor vertical de beton sau beton armat

Și la acest tip de îmbinare s-a urmărit variația efortului mediu convențional τ în funcție: de rezistența betonului din stîlpișor și din rostul orizontal, de prezența sau lipsa armăturii în stîlpișor, precum și în ce măsură capacitatea portantă a îmbinării complexe la solicitarea de forfecare poate fi determinată prin însumarea capacităților portante ale îmbinărilor elementare componente.

Cele două machete încercate au fost realizate astfel ca pe verticală să rămînă în mijlocul machetei un gol de 14 × 20 cm, care prin betonare să realizeze stîlpișorul, iar pe orizontală un rost de 14 cm cu mijlocul în axul instalației de forfecare, care prin subbetonare să realizeze îmbinarea orizontală (fig. 4).

Rezultatele obținute au fost următoarele:

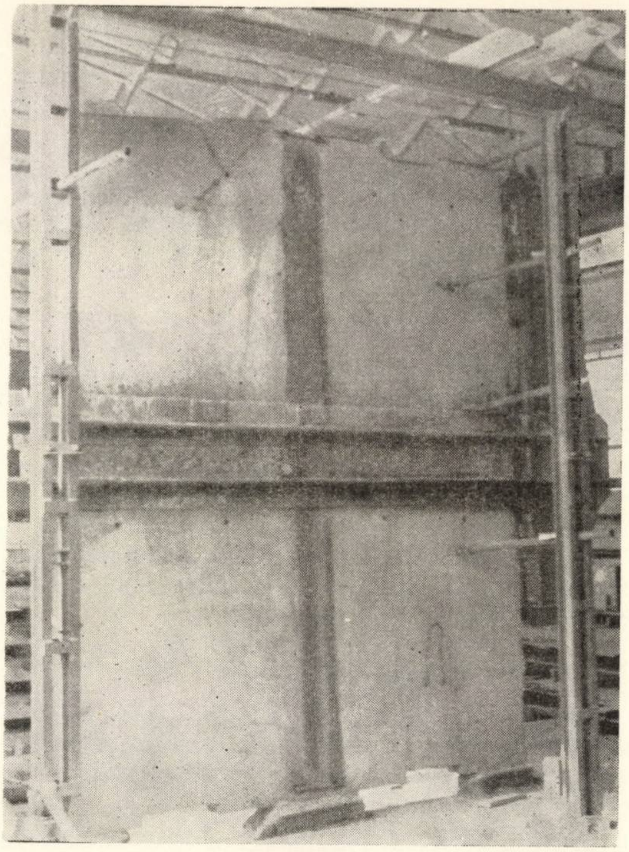


Fig. 4

$B_{II,1}$ — Pentru o rezistență la compresiune de 220 kg/cm^2 a betonului din monolitizare, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obținut o forță tăietoare de rupere $T_1 = 33\,000$ kg ($\tau = 7{,}9$ kg/cm^2).

Ruperea s-a produs casant, prin cedarea aderenței dintre betonul din rost și panou și prin forfecarea simultană a stîlpișorului (fig.4).

Se menționează apariția fisurilor la $T_1' = 19\,250$ kg ($\tau = 4{,}5$ kg/cm^2).

$B_{II,2}$ — Pentru o rezistență la compresiune de 300 kg/cm^2 a betonului din monolitizare, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obținut o forță tăietoare de rupere $T_1 = 28\,400$ kg ($\tau = 6{,}8$ kg/cm^2).

La această încercare, stîlpișorul vertical a fost armat cu 4 bare de oțel-beton OL 38 Ø 12 și etrieri Ø 6/20. Ruperea s-a produs asemănător încercării $B_{II,1}$ și a fost precedată de fisurarea rostului la $T_1' = 18\,200$ kg ($\tau = 4{,}3$ kg/cm^2).

Se menționează că la decofrarea rostului orizontal s-a observat că subbetonarea s-a executat defectuos: în urma tasării betonului proaspăt, panoul superior a rămas pe calaje, micșorînd suprafața de aderență, fapt observat și la unele din încercările pe îmbinări elementare cu subbetonare.

La ambele încercări s-a constatat că suma capacităților portante ale îmbinărilor elementare componente coincide cu capacitatea portantă a îmbinării complexe la solicitarea de forfecare.

3. Îmbinări cu pene cu stîlpişor vertical de beton sau beton armat

Cu acest tip de îmbinare s-au efectuat trei încercări la care s-a urmărit, ca şi la celelalte experimentări, determinarea ordinului de mărime al forţei tăietoare de fisurare şi rupere, respectiv τ' şi τ şi în special modul de conlucrare a celor trei îmbinări elementare (două pene şi un stîlpişor) pentru a se vedea dacă suma capacităţilor portante ale îmbinărilor elementare este egală sau nu cu capacitatea portantă a îmbinării complexe, la solicitarea de forfecare.

Montarea machetelor experimentale s-a făcut asemănător cu machetele tip A_{III} şi B_{II} ţinînd seama de existenţa stîlpişorului şi de elementele caracteristice îmbinării cu pene.

S-au obţinut următoarele rezultate:

$B_{III.1}$ — Pentru o rezistenţă a betonului de 230 kg/cm^2, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obţinut pentru întreaga îmbinare complexă o forţă tăietoare de apariţie a fisurilor $T_1' = 16\,400$ kg ($\tau' = 11{,}8$ kg/cm^2) şi o forţă tăietoare de rupere $T_1 = 32\,500$ kg ($\tau = 23{,}0$ kg/cm^2).

$B_{III.2}$ — Pentru o rezistenţă a betonului de 260 kg/cm^2, determinată la data încercării pe cuburi cu latura de 10 cm, s-a obţinut pentru întreaga îmbinare complexă o forţă tăietoare de apariţie a fisurilor $T_1' = 16\,100$ kg ($\tau' = 11{,}5$ kg/cm^2) şi o forţă tăietoare de rupere $T_1 = 30\,100$ kg ($\tau = 21{,}5$ kg/cm^2).

$B_{III,3}$ — Pentru o rezistenţă a betonului de 200 kg/cm^2 determinată asemănător ca la încercările $B_{III.1}$ şi $B_{III.2}$ s-a obţinut o forţă tăietoare de apariţie a fisurilor $T_1' = 25\,200$ kg ($\tau' = 18{,}0$ kg/cm^2) şi o forţă tăietoare de rupere $T_1 = 60\,000$ kg ($\tau = 43{,}0$ kg/cm^2).

La această încercare, stîlpişorul a fost armat cu 4 bare de oţel-beton OL 38Ø12 şi etrieri Ø 6/20.

În general, ruperea a prezentat un fenomen complex, producîndu-se întîi fisurarea stîlpişorului (eventual ruperea), apoi cedarea betonului la strivire în dreptul extremităţii verticale a unei pene, apoi cedarea similară a celeilalte pene şi, în sfîrşit, prin cedarea întregii secţiuni (fig. 5, 6, 7).

Această succesiune de fenomene, la prima vedere clară şi bine determinată, este în realitate mult mai complicată, datorită redistribuirilor de eforturi în îmbinările elementare după cedarea lor parţială, datorită reintrării lor sub efort după consumarea unor deplasări pe care tipul de îmbinare încercat îl permite.

Defecţiunile de subbetonare observate la încercările îmbinărilor cu subbetonare cu feţe lise au fost întîlnite şi aici şi este probabil că lor li se datoreşte intrarea succesivă sub efort a îmbinărilor elementare componente.

Este posibil că acestor cauze, care au acţionat însă favorabil la încercarea $B_{III,3}$, li s-a datorat mărimea dublă a valorii forţei tăietoare faţă de valoarea forţei tăietoare obţinută la încercările $B_{III.1}$ şi $B_{III.2}$.

V. CONCLUZII

Cercetările experimentale efectuate în etapa a II-a din 1968, comparate cu rezultatele cercetărilor experimentale efectuate în etapa I din 1967 (a se vedea tabela recapitulativă), au adus o serie de noi date concludente în problema comportării îmbinărilor elementare şi

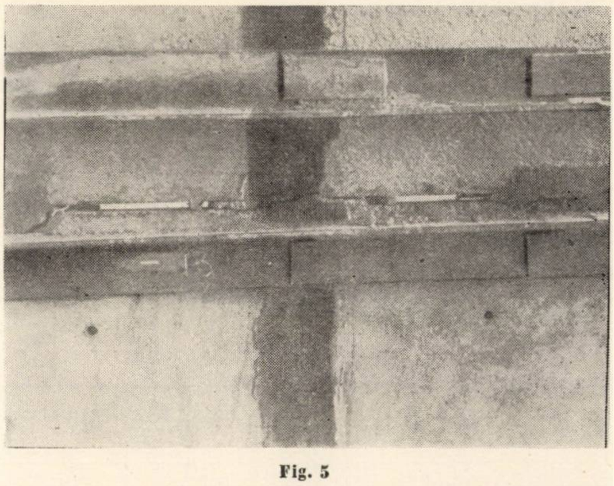


Fig. 5

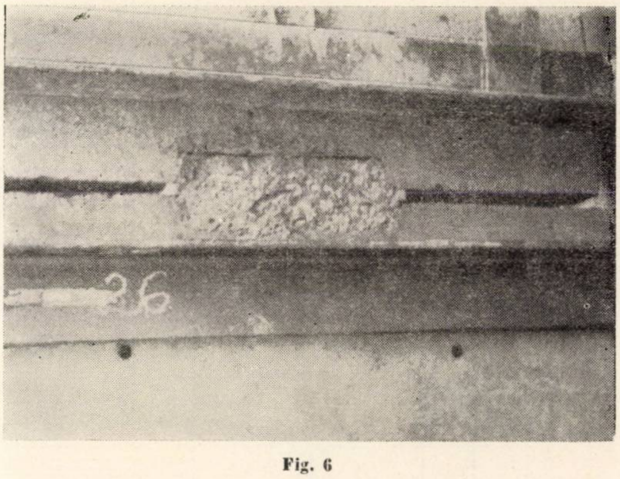
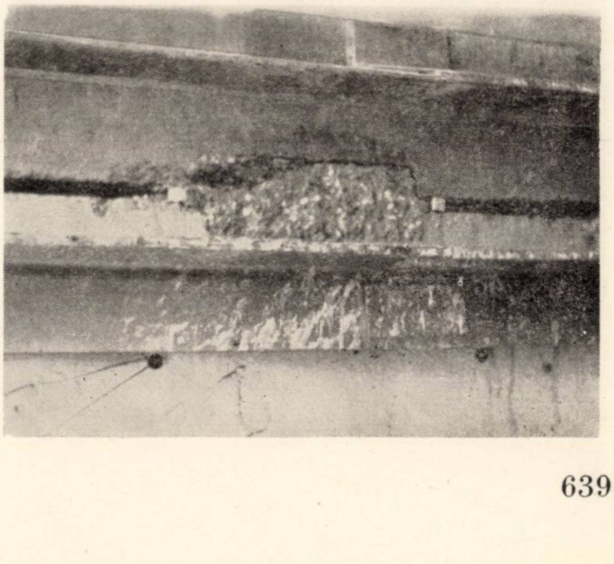


Fig. 6

Fig. 7



complexe la solicitări statice de forfecare pură cu și fără eforturi normale de compresiune pe rost.

Pe baza acestor rezultate se pot formula următoarele concluzii, în care, pentru ușurința expunerii, s-a notat cu R rezistența la compresiune a materialului din rost determinată la data încercării pe cuburi cu latura 10 cm și cu τ rezistența medie convențională la solicitarea de forfecare corespunzătoare forței tăietoare T_1 din rost.

A. Îmbinări elementare

1. Capacitatea portantă a îmbinărilor de tipul „pe pat de mortar” la solicitarea de forfecare este influențată de rezistența la compresiune a materialului din rost R.

2. Capacitatea portantă a îmbinărilor de tipul „cu subbetonare cu fețe lise” la solicitarea de forfecare fără eforturi normale de compresiune pe rost ($p = 0$) este mai mare (mai mult de dublu) față de capacitatea portantă a îmbinărilor pe pat de mortar și este influențată negativ de tasarea betonului de monolitizare, după compactare, cu efectul reducerii secțiunii de aderență, fenomen care, practic, nu poate fi evitat în actuala tehnologie de execuție.

3. Capacitatea portantă a îmbinărilor de tipul „cu pene cu subbetonare” la solicitarea de forfecare este net superioară capacității portante a celorlalte două tipuri de îmbinări elementare, dar este și ea influențată negativ de condițiile de execuție.

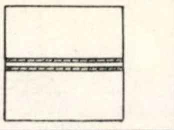
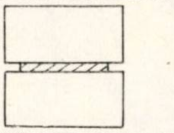
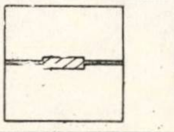
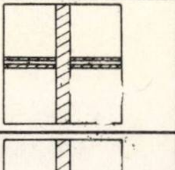
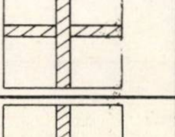
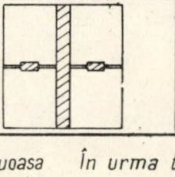
Fisurarea îmbinărilor se produce la o solicitare de cca 60—75 % din solicitarea de rupere.

4. Eforturile de compresiune normale pe rost îmbunătățesc simțitor comportarea îmbinărilor elementare de toate tipurile.

5. Cedarea îmbinărilor nu se produce prin depășirea rezistenței betonului la forfecare, ci se produce:

— fie prin cedarea aderenței dintre mortarul sau betonul din îmbinare și panou;

— fie prin depășirea forței rezistente de frecare dintre materialul din îmbinare și panou;

Tipul îmbinării		Nr. crt.	Schema machetei	B / B.A.	Etapa	Anul	Rezistența materialului din îmbinare R kg/cm²	Compresiunea perpendiculară pe rost P kg/cm²	Forța tăietoare de rupere T_1 kg	Efortul unitar convențional corespunzător lui T_1 τ kg/cm²	Modul de rupere a îmbinării
Îmbinări elementare	pe pat de mortar	$A_{1,1}$			II	1968	M 13	0	6.230	1,4	Prin cedarea aderenței dintre mortarul din rost și panou
		$A_{1,2}$			II	1968	M 34	0	5.340	1,2	
		$A_{1,3}$			II	1968	M 40	5	13.800	3,0	
		$A_{1,4}$			I	1967	M 20	5	22.250	4,8	
		$A_{1,5}$			I	1967	M 300	5	36.000	7,8	
		$A_{1,6}$			I	1967	M 200	0	17.000	3,7	
	Subbetonare cu fețe lise	$A_{2,1}$		B	II	1968	B 285	0	11.200	3,2ˣ	Prin cedarea aderenței dintre betonul din rost și panou
		$A_{2,2}$		B	II	1968	B 200	0	17.400	5,0	
		$A_{2,3}$		B	I	1967	B 230	5	47.500	13,6	
		$A_{2,4}$		B	I	1967	B 230	0	47.000	13,4ˣˣ	
	cu pene realizate prin subbetonare	$A_{3,1}$		B	II	1968	B 340	0	18.500	12,0	Prin strivirea locală a betonului din îmbinare
		$A_{3,2}$		B	II	1968	B 275	0	18.200	11,9	
		$A_{3,3}$		B	I	1967	B 250	5	31.000	20,0	
		$A_{3,4}$		B	I	1967	B 250	0	21.000	13,6	
Îmbinări complexe	pe pat de mortar	$B_{1,1}$		B	II	1968	M 70 – B 160	0	16.100	4,1	Ruperea prin forfecarea stîlpișorului și prin cedarea aderenței dintre mortarul din rost și panou
		$B_{1,2}$		BAˣˣˣ	II	1968	M 100 – B 230	0	23.100	5,9	
	cu subbetonare cu fețe lise	$B_{2,1}$		B	II	1968	B 220	0	33.000	7,9	Ruperea prin forfecarea stîlpișorului și prin cedarea aderenței dintre betonul din rost și panou
		$B_{2,2}$		BA	II	1968	B 300	0	28.400	6,8ˣ	
	cu pene realizate prin subbetonare	$B_{3,1}$		B	II	1968	B 230	0	32.500	23,0	Ruperea prin forfecarea stîlpișorului și prin strivirea locală a betonului din îmbinare
		$B_{3,2}$		B	II	1968	B 260	0	30.100	21,5	
		$B_{3,3}$		BA	II	1968	B 200	0	60.000	43,0	

ˣ Subbetonare defectuoasa În urma tasării betonului proaspăt, panoul superior a rămas pe calaje, micșorînd suprafața de aderență cu un procent care nu a putut fi determinat.

ˣˣ Se consideră că rezultatul s-a datorat unei defecțiuni de încercare

ˣˣˣ Machetă la care stîlpișorul vertical este confecționat din beton armat (4 Φ12 și etrier Φ 6/20 OL 38)

— fie prin strivirea locală a betonului din îmbinare.

6. Aplicarea numai a îmbinărilor elementare în tot lungul unui rost orizontal (pe întrega diafragmă) se consideră indicată numai în cazul clădirilor situate în regiuni neseismice.

— Rezultatele etapei a II-a (1968) au confirmat unele rezultate din etapa I (1967) şi au adus precizări şi completări utile în legătură cu celelalte (la care existau dubii sau date insuficiente).

B. Îmbinări complexe

7. Pentru încercările efectuate pe machete de tipul „pe pat de mortar" şi „cu subbetonare cu feţe lise" a reieşit că suma capacităţilor portante ale îmbinărilor elementare componente este aproximativ egală cu capacitatea portantă a îmbinării complexe la solicitarea de forfecare.

8. Capacitatea portantă a îmbinărilor complexe de tipul „cu pene cu subbetonare" este mai mare decît aceea a îmbinărilor elementare cu pene corespunzătoare, evidenţiindu-se influenţa stîlpişorului.

În ceea ce priveşte diferenţa substanţială obţinută la rezultatele încercărilor acestui tip de îmbinare, la care stîlpişorul a fost armat, faţă de acelea la care stîlpişorul nu a fost armat, se consideră că nu se datoreşte armăturii, ci unei mai bune conlucrări a celor trei îmbinări elementare componente (două pene de 40 cm lungime şi stîlpişorul de 14 × 20 cm).

Ruperea acestui tip de îmbinare se consideră că prezintă un fenomen complex, producîndu-se de cele mai multe ori, mai întîi în secţiunea stîlpişorului, apoi prin cedarea betonului la strivire în dreptul extremităţii verticale a unei pene, apoi prin cedarea betonului la strivire în dreptul extremităţilor verticale ale celeilalte pene şi, în sfîrşit, prin forfecarea întregii secţiuni şi mai rar simultan în toate îmbinările elementare componente.

Se consideră că este posibil, prin adoptarea unei alte tehnologii de realizare a îmbinării complexe, ca defecţiunile datorate tehnologiei aplicate în prezent să fie înlăturate*.

---

* La data redactării articolului sînt în curs experimentări de subbetonare într-o tehnologie perfecţionată de I.P.C.T. în colaborare cu INCERC.

Aplicaţii ale proprietăţilor de ordonarea grafelor în planificarea operativă a activităţii de construcţii-montaj

Ing. dr. Marin Manolache

Necesitatea de a găsi forme accesibile de exprimare a legăturilor tehnologice dintre activităţile procesului de construcţii-montaj, a duratelor şi termenelor caracteristice impune o preocupare susţinută a cadrelor de cercetare, proiectare şi execuţie. Elaborarea graficului calendaristic, instrument de bază în organizarea şantierelor, se bazează astăzi prea puţin pe experienţa dobîndită în munca de cercetare operaţională şi pe rezultatele obţinute în aplicarea acesteia în activitatea de construcţii-montaj. Graful, ca instrument modern de exprimare a principiilor de organizare şi desfăşurare a activităţii de construcţii, rămîne în continuare accesibil unui număr restrîns de constructori pentru planificarea operativă.

Observînd proprietăţile pe care le oferă ordonarea activităţilor dintr-un graf se pot trage unele concluzii care servesc la transpunerea grafelor în grafice calendaristice. O altă categorie de concluzii servesc la simplificarea esenţială a grafelor pentru a le face accesibile în planificarea operativă. Articolul de faţă îşi propune să trateze proprietăţile ordonării grafelor şi să prezinte cîteva concluzii bazate pe observaţiile şi cercetările autorului, care pot servi la elaborarea graficelor calendaristice şi la planificarea operativă în activitatea de construcţii-montaj.

1. NOŢIUNI INTRODUCTIVE

În cele ce urmează se reamintesc cîteva noţiuni introductive, care vor servi la înţelegerea problemei şi a modului ei de rezolvare.

Să considerăm o mulţime de obiecte $X = (X_1, X_2, X_3 \ldots X_n)$. Un graf al acestor obiecte se notează :

$$G = (X, \Gamma) \tag{1.1}$$

unde Γ este legea care reprezintă corespondenţa între X_i aparţinînd mulţimii X şi unul sau mai multe elemente ale aceleiaşi mulţimi.

Exemplu :

$$\begin{aligned} X &= \{A, B, C, D, E, F\} \\ A &= \{B, C, D\} \\ D &= \{C, D, E\} \\ F &= \{\varnothing\} \\ C &= \{B, D, E, G\} \\ B &= \{A, B, C\} \\ E &= \{C, E\} \end{aligned} \tag{1.2}$$

în care $\varnothing$ este mulţimea vidă.

Mulţimea indicată în exemplul (1.2) se poate reprezenta ca în figurile 1.1 şi 1.2 sau în tabela 1.1.

Notăm cu U mulţimea arcelor :

$$U = \{(AB), (AC), (AD), (BA), \ldots\}$$

Un graf mai poate fi definit, prin urmare, prin :

$$G = (X, U).$$

2. ORDONAREA UNUI GRAF CONEX FĂRĂ CIRCUIT

Descompunerea în niveluri

Să mai reţinem cîteva notaţii :

$Xi < Xj$ (se citeşte Xi precede Xj)

două noduri distincte cu distanţă de lungime $\neq 0$.

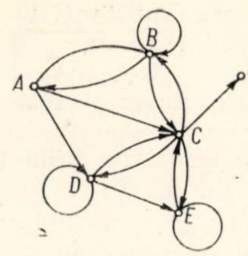


Fig. 1.1

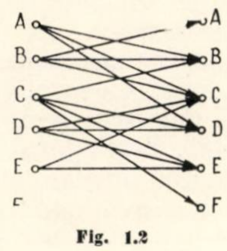


Fig. 1.2

Tabela 1.1

	A	B	C	D	E	F
A	0	1	1	1	0	0
B	1	1	1	0	0	0
C	0	1	0	1	1	1
D	0	0	1	1	1	0
E	0	0	1	0	1	0
F	0	0	0	0	0	0

Pe graful conex fără circuit se definesc următoarele proprietăţi :

(2.1). Dacă avem : $X1<Xj$ nu mai putem avea : $Xj<Xi$.

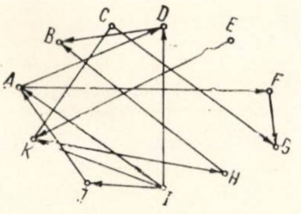


Fig. 2-1

(2.2) dacă $Xi < Xj$ şi $Xj<Xk$ atunci $Xi<Xk$.

În figura 2.1. vîrful I precede B, deci avem $I<B$. G este următor lui I, deci avem $I<G$.

Putem admite următorul criteriu de împărţire a elementelor unui graf conex fără circuit, în niveluri, plecînd de la un nod arbitrar :

1. Toate elementele aceluiaşi nivel nu posedă noduri precedente în nivelul care urmează. Elementele primului nivel nu posedă precedente şi cele ale ultimului nivel nu posedă următoare.
2. Ordinea vîrfurilor aceluiaşi nivel să fie indiferentă, adică aceste vîrfuri să nu fie legate prin arce între ele.

Pentru exemplificarea modului în care se face ordonarea elementelor unui graf conex fără circuit se folosesc metodele indicate de Kaufman şi Desbazeille* referitoare la exemplul din figura 2.1.

Se consideră matricea acestui graf pe care o reprezentăm în tabela 2.1.

Notăm : $\vec{V}_A, \vec{V}_B, \vec{V}_C \dots \vec{V}_K$ vectori reprezentînd elemente din coloanele matricii.

Se calculează

$$\vec{V}_0 = \vec{V}_A + \vec{V}_B + \dots \vec{V}_K \qquad (2.3)$$

pentru fiecare rînd al matricii din tabela 2.1. Se găseşte că pentru B şi G expresia $\vec{V}_0 = 0$. Aceste două vîrfuri nu au următoare. Deci sînt de nivel „0".

Calculăm apoi :

$$\vec{V}_1 = \vec{V}_0 - \vec{V}_B - \vec{V}_G$$

şi găsim pentru nivelul „1" alte patru noi vîrfuri notate cu zero şi anume : C, D, F, H.

În continuare calculăm :

$$\vec{V}_2 = \vec{V}_1 - \vec{V}_C - \vec{V}_D - \vec{V}_F - \vec{V}_H$$

şi constatăm că în coloana V_2 apar alte două vîrfuri notate cu „0". Acestea sînt A şi K şi vor fi de nivelul „2".

În sfîrşit, calculăm :

$$V_3 = \vec{V}_2 - \vec{V}_A - \vec{V}_K$$

unde apar trei noi „0" corespunzînd vîrfurilor E, I, J care vor fi de nivel „3".

Trebuie remarcat în metoda de calcul indicată că în fiecare etapă se caută modurile fără următoare.

Făcînd numerotarea în sens invers obţinem ordonarea vîrfurilor reprezentată în figura 2.2

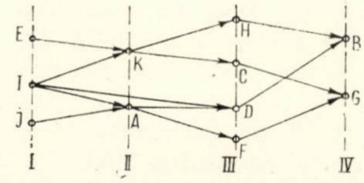


Fig. 2.2

În cele ce urmează se tratează şi un alt exemplu.

Se consideră graful din figura 2.3 reprezentat în matricea din tabela 2.2.

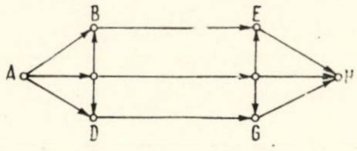


Fig. 2.3

Se calculează succesiv :

$$\vec{V}_0 = \vec{V}_A + \vec{V}_B + \dots \vec{V}_H$$
$$\vec{V}_1 = \vec{V}_0 - \vec{V}_H$$
$$\vec{V}_2 = \vec{V}_1 - \vec{V}_E - \vec{V}_G$$
$$\vec{V}_3 = \vec{V}_2 - \vec{V}_B - \vec{V}_D - \vec{V}_H$$
$$\vec{V}_4 = \vec{V}_3 - \vec{V}_C$$

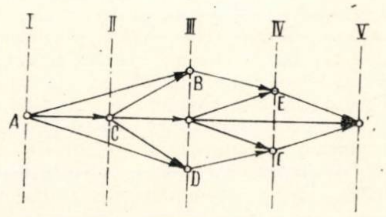


Fig. 2.4

Cele cinci vîrfuri obţinute sînt reprezentate în figura 2.4.

Pentru gruparea elementelor unui graf în niveluri se poate folosi şi o altă metodă. Pentru a se explica este necesar să se definească noţiunea de închidere tranzitivă.

Se numeşte închidere tranzitivă a unui vîrf Xi al unui graf submulţimea vîrfurilor în care se cuprinde însuşi Xi pentru care există un drum de la Xi la oricare dintre ele. Să considerăm, de exemplu, figura 2.1. şi vîrful K. Închiderea tranzitivă a lui K este submulţimea $\{K, H, C, B, G\}$.

Pentru a găsi închiderea tranzitivă a fiecărui vîrf din graf se va considera matricea reprezentativă la care s-a adăugat în prealabil pe diagonală cifra 1. Se multiplică apoi această matrice cu ea însăşi după regula obişnuită de calcul matricial. În matricea obţinută se înlocuiesc toate numerele superioare sau egale cu 1 prin 1, lăsîndu-se nemodificate zerourile obţinute. Această matrice ne arată care sînt vîrfurile alăturate altora printr-un drum de lungime 0, 1 sau 2*.

---

* Kaufman A., Desbazeille G.: *La méthode du chemin critique*, 1962.

* Prin noţiunea de lungime se înţelege aici numărul de arce.

Tabela 2.1

	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	*I*	*J*	*K*	$\vec{V}_0$	$\vec{V}_1$	$\vec{V}_2$	$\vec{V}_3$
A				1		1						2	2	0	x
B												0	x	x	x
C							1					1	0	x	x
D		1										1	0	x	x
E										1		1	1	1	0
F							1					1	0	x	x
G												0	x	x	x
H		1										1	0	x	x
I	1		1							1		3	3	2	0
J	1											1	1	1	0
K			1					1				2	2	0	x

Nivel	0	1	2	3
Noduri	*B* *G*	*C* *D* *F* *H*	*A* *K*	*E* *I* *J*

Matricea obţinută mai sus prin ridicare la pătrat se va multiplica la rîndul ei prin ea însăşi. În matricea rezultată înlocuim de asemenea numerele superioare cifrei 1 cu 1. Ea va arăta vîrfurile care sînt alăturate altora de un drum de lungime inferioară sau egală cu 4. Continuăm procedeul indicat mai sus pînă cînd cifra 1 nu mai apare. Se găseşte astfel matricea care dă închiderea tranzitivă a fiecărui vîrf.

Să luăm exemplul din figura 2.3 pentru care să determinăm nivelurile vîrfurilor care compun graful pe calea descrisă mai sus.

În matricea reprezentativă nu vom mai înscrie zero-urile pentru a nu îngreuna înţelegerea operaţiilor. Înmulţim matricile între ele şi obţinem rezultatul (2.1).

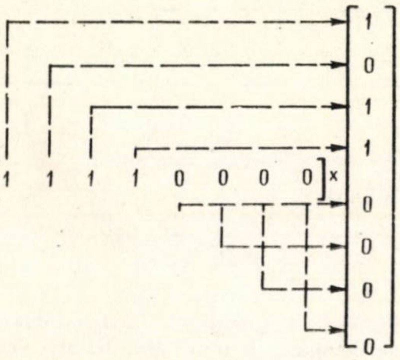
Tabela 2.2

	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*	$\vec{V}_0$	$\vec{V}_1$	$\vec{V}_2$	$\vec{V}_3$	$\vec{V}_4$
A		1	1	1					3	3	3	1	0
B					1				1	1	0	x	x
C		1		1		1			3	3	3	0	x
D							1		1	1	0	x	x
E								1	1	0	x	x	x
F					1	1		1	3	2	0	x	x
G								1	1	0	x	x	x
H									0	x	x	x	x

Nivel	0	1	2	3	4
Vîrfuri	*H*	*E* *G*	*B* *D* *F*	*C*	*A*

$$\begin{array}{c|cccccccc} & A & B & C & D & E & F & G & H \\ \hline A & 1 & 1 & 1 & 1 & & & & \\ B & & 1 & & & 1 & & & \\ C & & 1 & 1 & 1 & & 1 & & \\ D & & & & 1 & & & 1 & \\ E & & & & & 1 & & & 1 \\ F & & & & & 1 & 1 & 1 & 1 \\ G & & & & & & & 1 & 1 \\ H & & & & & & & & 1 \end{array} \times \begin{array}{c|cccccccc} & A & B & C & D & E & F & G & H \\ \hline A & 1 & 1 & 1 & 1 & & & & \\ B & & 1 & & & 1 & & & \\ C & & 1 & 1 & 1 & & 1 & & \\ D & & & & 1 & & & 1 & \\ E & & & & & 1 & & & 1 \\ F & & & & & 1 & 1 & 1 & 1 \\ G & & & & & & & 1 & 1 \\ H & & & & & & & & 1 \end{array} = \begin{array}{c|cccccccc} & A & B & C & D & E & F & G & H \\ \hline A & 1 & 3 & 2 & 3 & 1 & 1 & 1 & \\ B & & 1 & & & 2 & & & 1 \\ C & & 2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ D & & & & 1 & & & 2 & 1 \\ E & & & & & 1 & & & 2 \\ F & & & & & 2 & 1 & 2 & 4 \\ G & & & & & & & 1 & 2 \\ H & & & & & & & & 1 \end{array} \tag{2.1}$$

Înmulţirea matricială booleană se face după schema cunoscută. Presupunem că înmulţim linia A cu coloana D. Avem :



Schema 1

$$=(1\times 1)+(1\times 0)+$$
$$+(1\times 1)+(1\times 1)+$$
$$+(0\times 0)+(0\times 0)+$$
$$+(0\times 0)+(0\times 0)=3$$

Rezultatul va fi trecut în matricea produs la intersecţia liniei A cu coloana D. Găsim în mod asemănător toate elementele matricii produs.

După înlocuiri obţinem matricea (2.2).

Matricea (2.2) va fi ridicată la rîndul ei la pătrat. Se obţine (2.3).

În matricea-produs înlocuim numerele mai mari decît 1 cu 1 şi obţinem matricea (2.4).

$$\begin{array}{c|cccccccc} & A & B & C & D & E & F & G & H \\ \hline A & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & \\ B & & 1 & & & 1 & & & 1 \\ C & & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ D & & & & 1 & & & 1 & 1 \\ E & & & & & 1 & & & 1 \\ F & & & & & 1 & 1 & 1 & 1 \\ G & & & & & & & 1 & 1 \\ H & & & & & & & & 1 \end{array} \tag{2.2}$$

Matricea (2.4) ridicată la pătrat, după înlocuirea cu 1 a numerelor mai mari ca 1, se reproduce. Prin urmare, această matrice dă închiderea tranzitivă a fiecărui vîrf.

În matricea (2.4) căutăm liniile care conţin o singură dată 1. Acestea ne dau vîrfurile de nivel 0 şi le eliminăm. Găsim în cazul nostru că numai vîrful H este în această situaţie, adică de nivel 0. După eliminarea lui H obţinem matricea (2.5). Căutăm, de asemenea, şi în matricea (2.5) linii care conţin o singură dată 1 şi găsim că acestea sînt E şi G, adică vîrfurile din nivelul 1.

$$\begin{array}{c|cccccccc} & A & B & C & D & E & F & G & H \\ \hline A & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & \\ B & & 1 & & & 1 & & & 1 \\ C & & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ D & & & & 1 & & & 1 & 1 \\ E & & & & & 1 & & & 1 \\ F & & & & & 1 & 1 & 1 & 1 \\ G & & & & & & & 1 & 1 \\ H & & & & & & & & 1 \end{array} \times \begin{array}{c|cccccccc} & A & B & C & D & E & F & G & H \\ \hline A & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & \\ B & & 1 & & & 1 & & & 1 \\ C & & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ D & & & & 1 & & & 1 & 1 \\ E & & & & & 1 & & & 1 \\ F & & & & & 1 & 1 & 1 & 1 \\ G & & & & & & & 1 & 1 \\ H & & & & & & & & 1 \end{array} = \begin{array}{c|cccccccc} & A & B & C & D & E & F & G & H \\ \hline A & 1 & 3 & 2 & 3 & 5 & 3 & 5 & 6 \\ B & & 1 & & & 2 & & & 3 \\ C & & 2 & 1 & 2 & 4 & 2 & 4 & 7 \\ D & & & & 1 & & & 2 & 3 \\ E & & & & & 1 & & & 2 \\ F & & & & & 2 & 1 & 2 & 4 \\ G & & & & & & & 1 & 2 \\ H & & & & & & & & 1 \end{array} \tag{2.3}$$

După eliminarea lor din matricea (2.5) obținem matricea (2,6), care va fi tratată la fel, deci care ne va da vîrfurile din nivelul 2, adică *B*, *D*, *F*.

	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*
A	1	1	1	1	1	1	1	
B		1			1			1
C		1	1	1	1	1	1	1
D				1			1	1
E					1			1
F					1	1	1	1
G							1	1
H								1

(2.4)

	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*
A	1	1	1	1	1	1	1
B		1			1		
C		1	1	1	1	1	1
D				1			1
E					1		
F					1	1	1
G							1

(2.5)

	A	*B*	*C*	*D*	*F*
A	1	1	1	1	1
B		1			
C		1	1	1	1
D				1	
F					1

(2.6)

Și așa mai departe obținem succesiv nivelurile 3 și 4, adică vîrfurile *C*, respectiv *A* (rezultatul 2.7).

	A	*C*
A	1	1
C		1

	A
A	1

(2.7)

Din examinarea metodei se constată că la fiecare iterație se elimină nodurile fără următoare. Această metodă, mai complicată decît prima, se justifică în cazul în care calculul închiderilor tranzitive este ușor.

3. PROBLEMA ORDONĂRII VÎRFURILOR UNUI GRAF PE CALE DIRECTĂ

Calculele arătate în cuprinsul capitolului 2 se pot face direct pe graf.

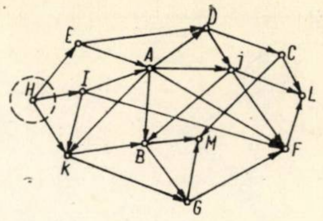


Fig. 3.1

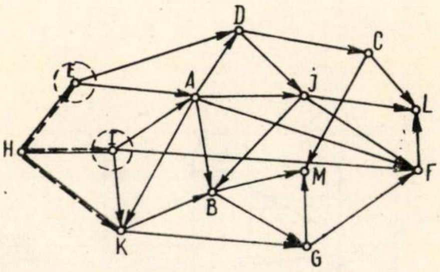


Fig. 3.2

Să considerăm graful din figura 3.1 și vîrful *H* al acestuia, care formează nivelul 1, întrucît nu are vîrfuri precedente. După suprimarea vîrfului *H* obținem graful din figura (3.2), pe care din nou căutăm vîrfuri care nu au precedente.

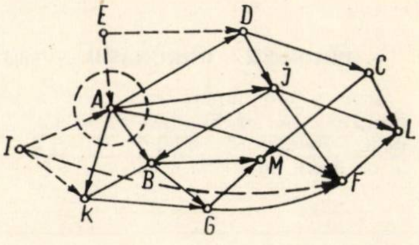


Fig. 3.3

Găsim vîrfurile *E* și *I*, care formează nivelul 2 și pe care de asemenea le suprimăm. Obținem astfel graful din figura 3.3. cu vîrful *A* aparținînd nivelului 3.

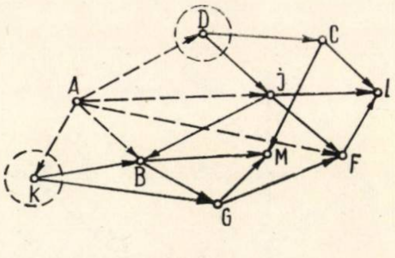


Fig. 3.4

Procedăm astfel pînă la sfîrșit, obținînd succesiv grafurile din figurile (3.4), (3.5), (3.6), (3.7), (3.8).

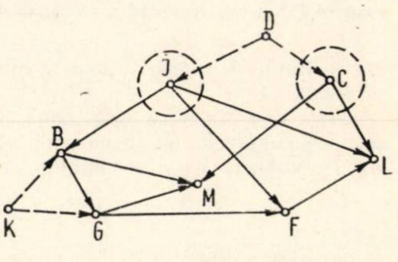


Fig. 3.5

În figura 3.9 este reprezentată descompunerea în niveluri.

După cum s-a văzut, problema ordonării vîrfurilor unui graf constă din construirea unei succesiuni de vîrfuri care satisfac toate condițiile de anterioritate definite de arcele grafului. O astfel de succesiune se obține prin permutare.

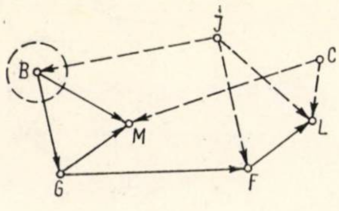


Fig. 3.6

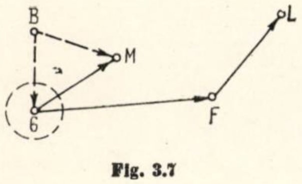


Fig. 3.7

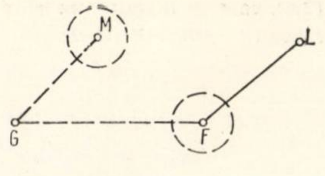


Fig. 3.8

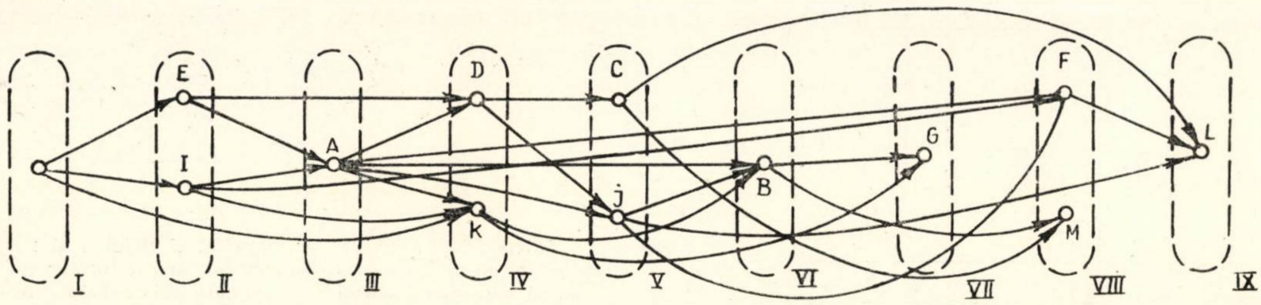


Fig. 3.9

4. PROBLEMA ORDONĂRII ARCELOR

Pentru ordonarea arcelor, adică pentru descompunerea mulţimii arcelor în niveluri, se pot folosi metodele precedente. Reluăm exemplul din figura 2.3 în care am notat arcele cu litere mici (fig. 4.1).

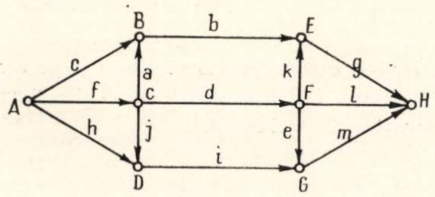


Fig. 4.1

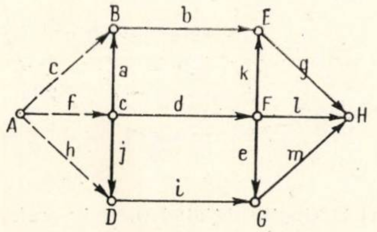


Fig. 4.2

Aplicînd regulile stabilite în paragrafele 2 şi 3 obţinem tabela (4.1)* şi figurile (4.2), (4.3), (4.4).

Rezultatul ordonării, acelaşi în ambele cazuri, este trecut în figura (4.5).

Arcele *c*, *f*, *h* nu au precedente. Ele formează nivelul I şi corespund arcelor notate cu zero pe liniile matricii, în coloana V_0. Coloana V_A va fi obţinută prin relaţia :

$$\vec{V}_1 = \vec{V}_0 - \vec{V}_c - \vec{V}_f - \vec{V}_h$$

Se găsesc arcele *a*, *d*, *j*, care nu au precedente. Şi aşa mai departe.

Numim ordonare completă a unui graf conex fără circuit ordonarea vîrfurilor şi apoi a arcelor.

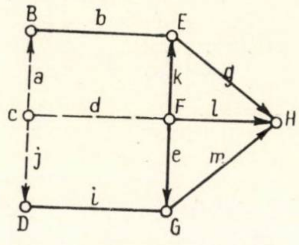


Fig. 4.3

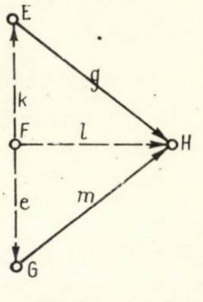


Fig. 4.4

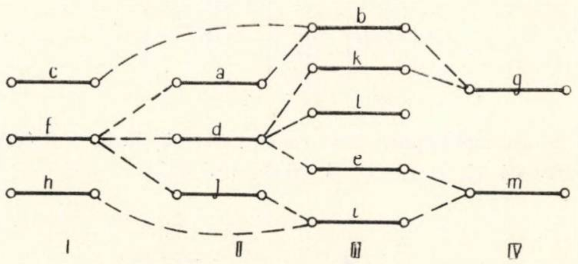


Fig. 4.5

Uneori, în programarea lucrărilor de construcţii-montaj care se compun dintr-o mare diversitate de procese nu se dau de la început, într-o ordine tehnologică, grupate, activităţile. Nu se cunoaşte care din activităţi trebuie plasată înaintea altora. Pe baza legăturilor cunoscute, se construieşte graful şi apoi, potrivit principiului care cere să se ordoneze tot ceea ce se poate ordona, se trece la acţiunea de cercetarea ordonării vîrfurilor şi arcelor grafului.

Ordonarea elementelor unui graf poate contribui la simplificarea înţelegerii şi citirii cu uşurinţă a unor elemente de organizarea execuţiei.

Să presupunem că vîrfurile grafului din figura 4.6 sînt activităţi ale unui obiect de construcţii. În paranteză, sub formă

---

* Matricea din tabela 4.1 se construieşte punînd în coloane, pentru arcele precedente, cifra 1.

Tabela 4.1

	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*	*j*	*k*	*l*	*m*	$\vec{V}_0$	$\vec{V}_1$	$\vec{V}_2$	$\vec{V}_3$
a						1								1	0	x	x
b	1		1											2	1	0	x
c														0	x	x	x
d						1								1	0	x	x
e				1										1	1	0	x
f														0	x	x	x
g		1									1			2	2	2	0
h														0	x	x	x
i								1		1				2	1	0	x
j						1								1	0	x	x
k				1										1	1	0	x
l				1										1	1	0	x
m					1					1				2	2	2	0

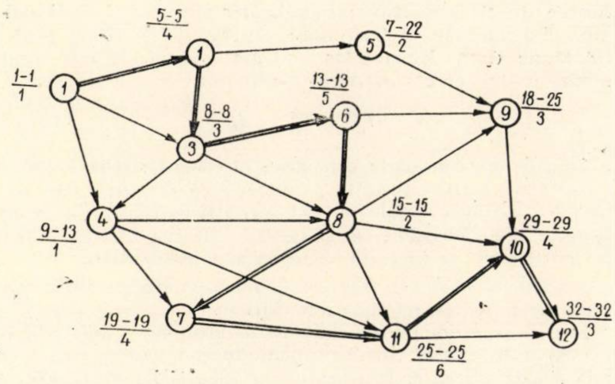


Fig. 4.6

de fracţie, am notat la numărător timpii minimi şi maximi de terminare a activităţilor, iar la numitor durata activităţilor $\left(\frac{t_i^{mt} - t_i^{Mt}}{di}\right)$.

În matricea din tabela 4.2 am calculat după metoda indicată nivelurile, ordonînd astfel vîrfurile.

În graful din figura 4.6 am determinat drumul critic, adică succesiunea activităţilor pentru care $t_i^{mt} = t_i^{Mt}$ adică rezerva totală R_{t_i} este nulă :

$$R_{t_i} + T_i^{Mt} - t_i^{mt} - di = t_i^{Mt} - t_i^{Mt} = 0$$

fiindcă $t_i^{mt} + di = t_i^{mt}$

În figura 4.7 se reprezintă forma nouă a grafului în care sînt puse în evidenţă într-un mod foarte accesibil legăturile dintre activităţi.

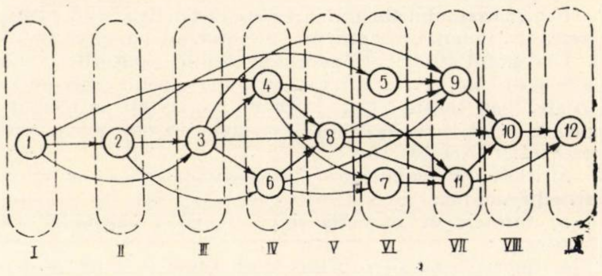


Fig. 4.7

5. ELABORAREA GRAFICELOR CALENDARISTICE ÎN ACTIVITATEA DE CONSTRUCŢII-MONTAJ

Plecînd de la experienţa dobîndită pînă în prezent în organizarea execuţiei lucrărilor de construcţii pe baza grafelor, se pot trage unele concluzii bazate pe necesitatea şi avantajele ordonării activităţilor dintr-un graf conex fără circuite, graf care se foloseşte la rezolvarea problemelor de organizare în construcţii-montaj.

În primul rînd se poate afirma şi demonstra că graful nu poate fi acceptat ca instrument operativ la urmărirea operativă a activităţilor datorită formei sale greu accesibile deocamdată cadrelor cu calificare medie de pe şantiere. De asemenea, graful nu oferă posibilitatea de a desprinde din el cu uşurinţă, la prima vedere, sarcinile maistrului privind orga-

Tabela 4.2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	V_0	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8
1		1	1	1									3	3	3	3	3	3	3	1	0
2			1		1	1							3	3	3	3	2	2	1	0	x
3				1		1		1	1				4	4	4	3	3	2	0	x	x
4							1	1			1		3	3	3	2	1	0	x	x	x
5									1				1	1	1	0	x	x	x	x	x
6							1	1	1				3	3	3	2	1	0	x	x	x
7											1		1	1	1	0	x	x	x	x	x
8							1		1	1	1		4	4	3	1	0	x	x	x	x
9										1			1	1	0	x	x	x	x	x	x
10												1	1	0	x	x	x	x	x	x	x
11										1		1	2	1	0	x	x	x	x	x	x
12													0	x	x	x	x	x	x	x	x
													12	10	9	5	8	4	3	2	1
															11	7		6			

nizarea succesiunii proceselor de construcţii-montaj, legăturile dintre acestea, duratele calendaristice şi rezervele de timp ale activităţilor înscrise în graf. De regulă, graful este un instrument greoi în organizarea operativă a execuţiei şi rareori este folosit cu eficienţă. Teoria grafurilor constituie însă un domeniu practic indispensabil pentru cercetare în activitatea de organizare a execuţiei construcţiilor, pentru stabilirea legăturilor tehnologice, a influenţelor diferiţilor factori asupra rezultatelor economice, a legăturilor dintre cost şi durată etc. De aceea, elaborarea grafului trebuie să constituie o fază importantă în proiectarea organizării execuţiei lucrărilor şi trebuie să se consume în atelierul de organizare de şantier al institutului de proiectare sau în serviciul tehnologic al întreprinderii de construcţii.

Pe şantier se folosesc însă grafice calendaristice care conţin cantităţi, durate, deci termene de începere şi de terminare a activităţilor, forţa de muncă şi mijloacele necesare, iar uneori valoarea acestora. Şi în acest caz, dată fiind necesitatea obiectivă a organizării lucrărilor de construcţii-montaj de a folosi pentru planificarea şi urmărirea lor grafice calendaristice, apare necesară o transpunere operativă în grafic calendaristic a elementelor caracteristice ale grafului, cum ar fi :

— succesiunea tehnologică a activităţilor ordonate în niveluri, cunoscînd că noţiunii de nivel i-ar putea corespunde într-o anumită măsură noţiunea de etapă în timp ;

— timpii minimi şi maximi de terminare a activităţilor ;

— duratele acestora.

Pentru exemplul din graful reprezentat în figura 4.6, transpunerea calendaristică propusă de autor este dată în fig. 5.1. Din graful studiat, în care s-au stabilit legăturile tehnologice şi în care, pe baza duratelor propuse pentru fiecare activitate, s-au calculat timpii minimi şi maximi de terminare, putem extrage cu uşurinţă elementele de care avem nevoie pe şantier. Acestea sînt :

a) legăturile tehnologice şi succesiunea proceselor de construcţii-montaj ;

b) duratele de execuţie şi programarea calendaristică a acestora ;

c) rezervele de timp pentru activităţile care nu se găsesc pe drumul critic, determinate pentru duratele de execuţie adoptate prin proiectul de organizare şi pentru care au rezultat anumite mijloace de producţie.

În afara acestor elemente pe care le extragem din graful studiat, pentru programarea lucrărilor mai sînt necesare :

d) mijloacele de producţie, adică materialele şi utilajele importante ;

e) forţa de muncă ;

f) valoarea lucrărilor la preţ de deviz.

Elementele de la punctele *d*, *e* şi *f* se determină cu ajutorul documentaţiei economice şi se programează în concordanţă cu duratele stabilite în gradul studiat şi termenele impuse de condiţiile contractuale.

În cele ce urmează se fac unele consideraţii pe marginea problemelor puse de construcţia graficului calendaristic. În figura 5.1 s-au propus forma şi conţinutul acestuia.

a) În graful cu ajutorul căruia s-au studiat legăturile tehnologice ale activităţilor* s-au stabilit activităţile critice şi necritice.

Activităţile critice fiind cele care dau durata maximă totală de execuţie, se vor amplasa în graficul calendaristic în succesiune, fiecare segment avînd marcat în cerc un număr pentru recunoaşterea activităţii. Activităţile sînt înscrise pe grafic cu toate elementele aferente (fig. 5.1).

Celelalte activităţi se reprezintă pe graficul calendaristic fiecare pe cîte un rînd, cu indicarea duratei şi a timpilor minimi şi maximi de terminare. Se trasează punctat rezerva totală de timp. Bineînţeles, din grafic se poate citi timpul minim de începere a activităţilor fiindcă :

$$t_i^{mi} = t_i^{mt} - d_i$$

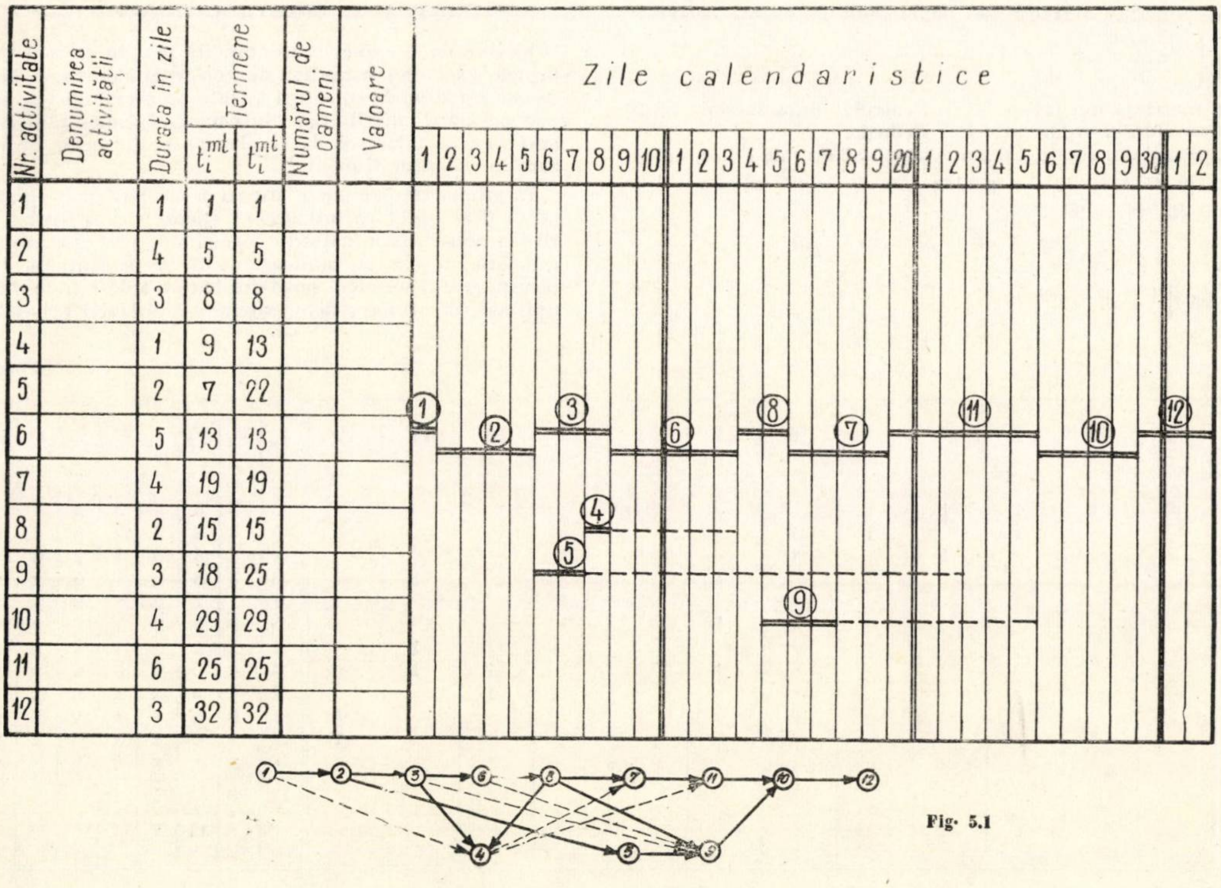
Cum se fac cunoscute prin graficul calendaristic legăturile tehnologice între activităţi ? Cunoaşterea acestora este necesară maistrului şi şefului de şantier, atît pentru programarea forţelor şi mijloacelor, cît şi pentru evitarea unor eventuale reveniri, care ar necesita spargeri sau modificări.

Legăturile se dau în figura 5.1, adică pe grafic, după ce s-a făcut gruparea pe niveluri a vîrfurilor.

Sensul săgeţilor indică condiţia de începere a activităţilor. De exemplu, activitatea *9* nu poate începe decît dacă s-a terminat activitatea *8*. Din graful reprezentat în figura 4.6 constatăm însă că activitatea *9* este condiţionată şi de terminarea

---

* Propunem ca activităţile să fie reprezentate de vîrfurile grafului.



Nr. activitate	Denumirea activităţii	Durata în zile	Termene		Numărul de oameni	Valoare
			t_i^{mt}	t_i^{mt}		
1		1	1	1		
2		4	5	5		
3		3	8	8		
4		1	9	13		
5		2	7	22		
6		5	13	13		
7		4	19	19		
8		2	15	15		
9		3	18	25		
10		4	29	29		
11		6	25	25		
12		3	32	32		

Fig. 5.1

activităților *3* și *6*. Indicarea acestor legături nu mai este însă necesară, întrucît activitățile *3* și *6* de pe drumul critic sînt condiții de începere ale activității *8*. În mod asemănător se consideră și legăturile de condiție ale activității *4* pentru începerea activităților *8*, *7*, *11*. Este suficient să reținem pentru a figura numai legătura de condiție a începerii activității *8*. Activitățile *7* și *11* de pe drumul critic, fiind următoare activității *8*, nu mai necesită condiția de terminare a activității *4* pentru începerea lor.

În pezentarea grafică a legăturilor (fig. 5.1) s-au desenat totuși și legăturile care se propun a nu mai fi date pe graficul calendaristic.

Constatăm că mulțimea arcelor care dau legăturile tehnologice ale celor 12 activități — în număr de 25 — reprezentate pe vîrfurile grafului din figura 4.6, s-au redus la numai 19, chiar dacă se consideră și legăturile indicate cu linie punctată. Restul sînt cuprinse implicit în legăturile de pe drumul critic.

De exemplu, legăturile (1,3), (3.8), (6.7), (8.11), (8.10) și (11.12) din figura 4.6 nu mai trebuie date, întrucît sînt cuprinse în legăturile indicate pentru activitățile de pe drumul critic.

Dacă neglijăm legăturile (1.4), (3.9), (4.7), (4.11) și (6.9), cuprinse implicit în legăturile de bază, ajungem la concluzia că mulțimea arcelor grafului s-a redus în continuare de la 19 la 14, adică la aproape jumătate. Aceste 14 arce pot defini perfect legăturile tehnologice de condiții.

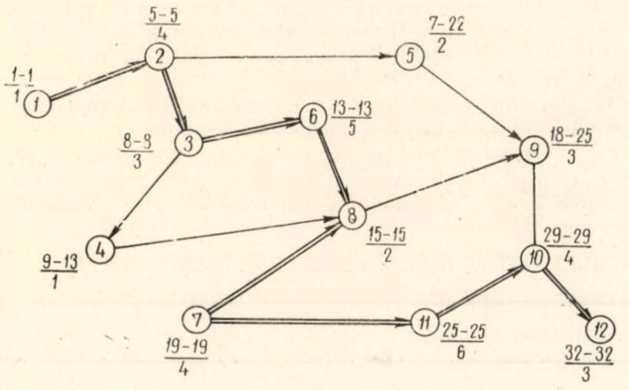


Fig. 5.2 [illegible]

De unde putem trage o altă concluzie:

Într-un graf conex fără circuite, adică într-un graf cu care rezolvăm de obicei probleme de organizare în construcții, avem două categorii de legături (arce) pentru duratele atribuite grafului:

— legături de bază,

— legături auxiliare.

După eliminarea legăturilor auxiliare se obține graful din figura 5.2, mai ușor de înțeles și de calculat, pe care îl putem denumi graf de bază al celor 12 activități.

b) Pe șantiere și în relațiile dintre beneficiar, constructor și proiectant se urmăresc în principal duratele de execuție și termenele de începere și de terminare.

Reținem deci din graf, pentru construcția graficului calendaristic și deci pentru planificarea execuției, termenele minime și maxime de terminare, care dau și rezervele activităților.

c) O problemă importantă pentru planificarea lucrărilor pe șantier este gradul de detaliere a activităților. Trebuie stabilit nivelul la care ne oprim, adică conținutul activităților care fac obiectul grafului. În legătură cu aceasta se propune ca la delimitarea conținutului activităților să se aibă în vedere următoarele principii:

— menținerea acelorași caracteristici tehnologice, grupe de materiale și meserii de profil larg;

— delimitarea spațială certă, adică împărțirea pe sectoarele unui obiect să nu fie convențională, ci materializată fizic. În acest caz, lucrările de pe un sector vor constitui distinct o activitate în cadrul grafului;

— activitățile trebuie să conțină capitole mari de lucrări ale obiectului sau sectorului (etapei). De exemplu, activitatea pentru betoane să aibă incluse cofrajele și armătura (fără decofrare). În cazul în care armătura se prepară centralizat, aceasta va putea constitui o activitate separată;

— pe același front de lucru nu se vor suprapune formații însărcinate cu execuția unor activități diferite, cum ar fi tencuieli și pozări de tubulatură pentru conductori electrici;

— activitățile vor fi astfel stabilite, încît la terminarea lor să se poată face decontarea către beneficiar, adică să se poată considera încheiată o prevedere a graficului calendaristic.

Problemele privind stabilirea conținutului optim al activităților fiind complexe, nu pot face obiectul cadrului propus pentru articol.

Accelerarea pe cale electrică a întăririi panourilor mari prefabricate din beton ușor pe poligoane mobile

Ing. **Ariadna Boghian**
Institutul politehnic Iași

Poligoanele mobile de șantier reprezintă o soluție comodă și răspîndită pentru prefabricarea elementelor de beton armat în cantități mai reduse și în sortimente variate.

Datorită amplasării pe șantiere izolate și caracterului lor provizoriu, alimentarea cu agent termic pentru accelerarea întăririi betonului prezintă și dificultăți, iar dotarea lor cu centrale termice nu este totdeauna justificată economic.

Folosirea curentului electric ca agent termic devine foarte indicată, întrucît se asigură cu instalații simple. Procedeul nu implică dificultăți și poate fi aplicat cu ușurință, atît vara, cît și iarna, rezolvînd urgențele de grăbire a întăririi betonului, fiind eficient și economic, atît pentru cantități mari, cît și pentru cantități reduse de produse. Experimentările și aplicările practice cu rezultate favorabile, din anii precedenți, privind accelerarea întăririi betonului prin curent electric, efectuate de catedra de beton armat de la Facultatea de construcții din Iași [1], [2] ne-au permis să extindem această metodă de tratament termic și la panouri de beton ușor executate pe poligoane mobile.

Principiul pe care se bazează procedeul este cel al încălzirii masei de beton datorită efectului Joule. Prin introducerea curentului electric cu ajutorul unor electrozi în masa betonului proaspăt, circuitul curentului electric se închide prin beton și acesta se încălzește treptat, în funcție distanța dintre electrozi, conductivitatea electrică a betonului proaspăt, puterea curentului electric etc. Procedeul a fost aplicat pe șantierul de construcții feroviare din Baia-Mare, unde s-a cerut confecționarea într-un timp scurt,

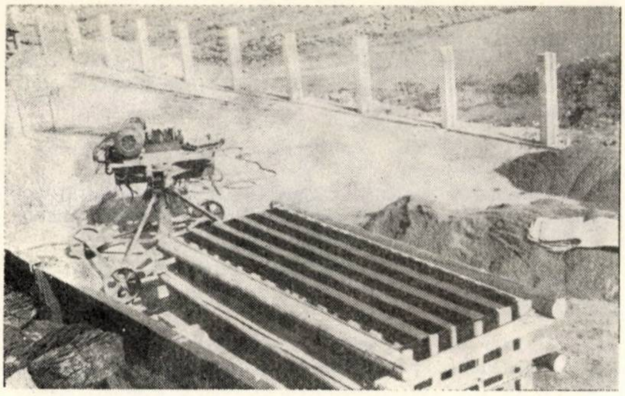


Fig. 1 — Casete de lemn pentru turnarea panourilor

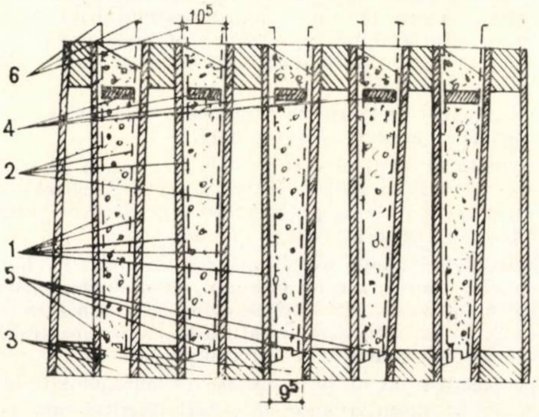


Fig. 2 — Secțiune prin casete

1 — Pereți de tegofilm; 2 — armătură; 3 — piese de lemn; 4, 5 — distanțieri; 6 — capete de armătură pentru cuplare cu conductorul electric

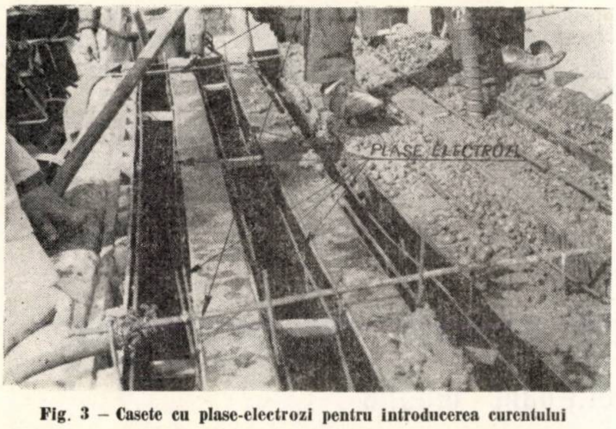
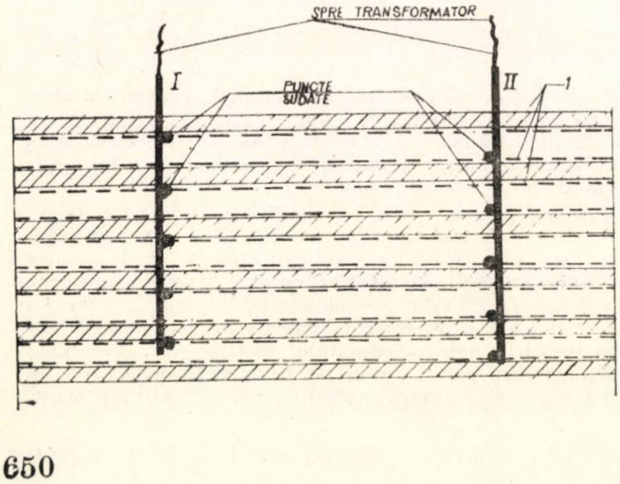


Fig. 3 — Casete cu plase-electrozi pentru introducerea curentului

Fig. 4 — Legarea electrică a plaselor (vedere în plan)



în octombrie—noiembrie 1968, a unui număr însemnat de panouri termoizolante cu dimensiunile de $3{,}00 \times 0{,}75 \times 0{,}10$ m, pentru acoperișul unui depozit.

Panourile au fost realizate din beton de granulit de Mureșeni cu dozaj de 300 kg ciment PZ 400 la m³. Paralel, pentru comparație, au fost confecționate și panouri de beton de zgură de locomotivă și de beton cu agregate obișnuite de rîu, cu același tip și dozaj de ciment ca și panourile de beton de granulit.

Panourile au fost confecționate pe o platformă betonată, în casete verticale, care asigură în același timp și condiții favorabile pentru tratarea termică. Casetele au fost făcute din lemn și placaj tego (fig. 1). Pentru a ușura decofrarea prin smulgere a pieselor întărite, pereților casetei li s-a dat o ușoară înclinare pe verticală (fig. 2) și au fost unși cu ulei ars.

Ca electrozi s-a folosit însăși armătura panourilor, alcătuită în formă de plase sudate de oțel-beton cu Ø 8 mm și Ø 6 mm la partea inferioară și Ø 6 mm spre fața superioară (fig. 3). Electrozii din plase sudate permit distribuția uniformă a electricității în masa betonului [3].

Pentru menținerea distanței între plasele de armare, pe fundurile casetelor au fost fixate dibluri de lemn, iar la partea superioară s-au prevăzut distanțieri provizorii de lemn.

După turnarea și finisarea muchiilor de sus ale elementelor, barele de oțel-beton ieșite din beton, cîte două la fiecare plasă, au fost legate între ele electric, la faze diferite, prin cîte o vergea sudată (fig. 4). Aceste vergele au fost apoi conectate la bornele secundarului unui transformator de sudură de curent alternativ (65 V, 350 A).

Temperatura betonului a fost urmărită cu termometre introduse în țevi metalice înglobate în beton.

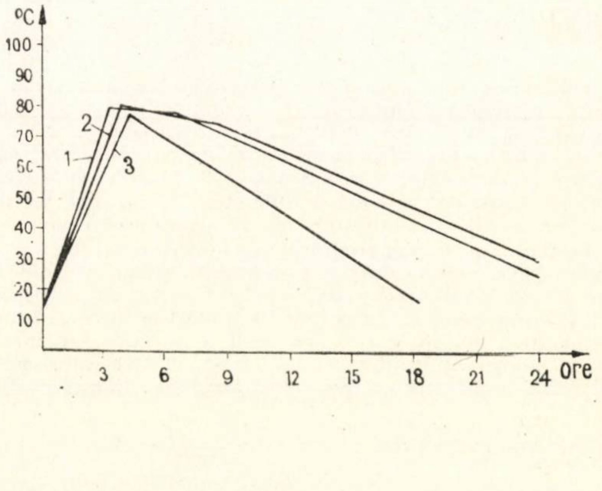
La o intensitate de 200 A, temperatura betonului s-a ridicat treptat și uniform de la + 15° la + 80°, într-un timp de circa 3 ore (fig. 5), după cum rezultă și din calculul de mai jos:

Cantitatea de beton	1,125 m³
Densitatea aparentă	1 700 kg/m³
Cantitatea totală de căldură necesară	$0{,}27 \times 1{,}125 \times 1700 \times 65 = 35\,000$ kcal
Cantitatea de căldură pe oră, considerînd o durată de 3 ore	$35000/3 = 11500$ kcal/h
Puterea electrică necesară	$11500/864 = 13{,}4$ kW $= 13400$ W
La o tensiune de 65 V	$I = 13400/65 = 200$ A.

Deoarece temperatura în timpul turnării a scăzut pînă la — 5°, a fost necesar să se mărească corespunzător amperajul sau să se prelungească durata de tratare cu

Fig. 5 — Regimul termic realizat

1 — Beton cu zgură; 2 — beton cu granulit; 3 — beton cu agregate de rîu



curent electric. După atingerea temperaturii de 80°, curentul electric a fost deconectat. Conservarea căldurii dezvoltate în beton a fost asigurată prin acoperirea casetelor cu o prelată. După circa 17 ore de la deconectarea curentului,temperatura betonului a scăzut la circa + 25°, rezultînd o răcire medie de 3°/h.

Regimul termic astfel realizat echivalează cu cel de 70—80 ore la temperatura de 15° care asigură betonului confecționat circa 50 % din marcă.

Temperatura măsurată simultan în diferite secțiuni ale pieselor, în timpul tratării termice, a fost aproximativ aceeași, dovedind o repartiție uniformă a curentului electric în masa betonului.

La fiecare turnare au fost recoltate probe de control, care au fost păstrate și încercate în condiții standard, precum și probe tratate și păstrate în condițiile experimentării.

În vederea scoaterii din tipar și a manipulărilor ulterioare au fost îndoite și sudate între ele barele ieșite ale plaselor care au servit la legarea conductorului electric. Decofrarea a fost realizată prin smulgere cu ajutorul unei macarale Pioner.

Pentru protecția muncii nu au fost necesare măsuri deosebite, în afara celor indicate la folosirea utilajelor electrice la tensiune de 50—65 V.

Operația de tratare electrică a betonului nu necesită decît un singur electrician pentru supravegherea instalației, conectarea și deconectarea transformatorului, urmărirea temperaturii betonului etc.

Urmărind diagrama tratării termice (fig. 5), se observă că, la aceeași putere a curentului electric, betoanele ușoare cu granulit și cu zgură se încălzesc într-un timp mai scurt decît betonul cu agregate de rîu, deși acesta are coeficientul de conductivitate termică mai ridicat. Faptul se explică prin următoarele : la betoanele cu granulit, datorită umplerii granulelor de argilă arsă cu apă și ciment solvit, se formează — împreună cu pasta care aderă intim la suprafața granulelor de ciment — o masă umedă continuă, mai bună conducătoare de electricitate în comparație cu betonul greu, la care granulele de pietriș produc discontinuități.

La betoanele cu zgură se mai adaugă, față de betonul de granulit, un supliment de ioni, atît datorită solvării prafului de zgură și parțial zgurii însăși, cît și datorită activității componenților mineralogici ai zgurii sub influența temperaturilor ridicate, care le măresc conductivitatea electrică.

După întreruperea curentului electric, la betoanele ușoare se observă menținerea temperaturii ridicate încă circa 3 ore, datorită fenomenelor exotermice pronunțate de hidratare a cimentului, însoțite de reacțiile suplimentare produse la aceste temperaturi între ciment și agregatul ușor. În perioada de conservare a temperaturii, scăderea temperaturii betonului cu agregate ușoare se produce mult mai lent decît la betoanele cu agregate grele, datorită conductivității termice mai reduse a agregatelor ușoare. Ca urmare, necesarul de energie electrică este mult mai mic la tratarea termică a betoanelor ușoare (circa 30 kWh/m³) decît la betoanele cu agregat greu (40 kWh/m³).

Porozitatea materialului ușor se asociază convenabil cu tratamentul cu curent electric, care, fiind un agent termic lipsit de umiditate, necesarul de umiditate pentru hidratare este compensat de rezerva de umiditate reținută în porii granulelor agregatului. Această proprietate se manifestă convenabil și în perioada posttratării, adică a depozitării panourilor pe platforme deschise, cînd umiditatea reținută de agregate servește pentru continuarea reacțiilor de hidratare în timp.

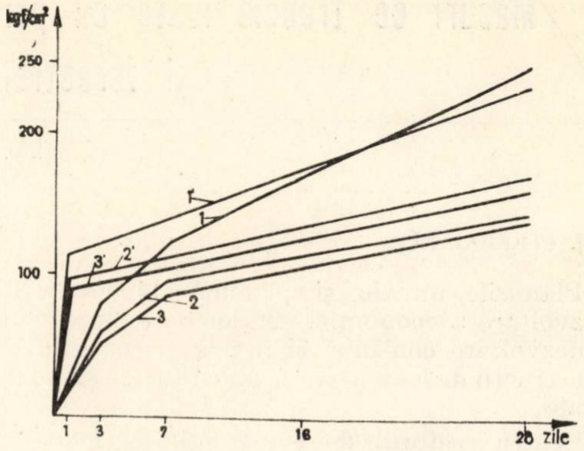


Fig. 6 — Diagrama rezistențelor la compresiune

1 — Beton greu păstrat în condiții standard;
2 — beton cu granulit păstrat în condiții standard·
3 — beton cu zgură păstrat în condiții standard;
1' — beton greu tratat termoelectric;
2' — beton cu granulit tratat termoelectric;
3' — beton cu zgura tratat termoelectric.

La sfîrșitul tratării termice, betoanele ușoare obțin o rezistență de circa 50 % R_b (fig. 6), iar cele cu agregate grele, de 45 % R_b rezistențe suficiente pentru decofrare și depozitare. La 28 de zile se observă o creștere cu circa 10 % a rezistenței betoanelor ușoare tratate termic, iar la betonul greu, dimpotrivă, o scădere cu circa 10 % față de cele netratate termic.

Aceasta se explică prin utilizarea mai judicioasă a apei de către agregatul ușor în cursul tratamentului electric și după acesta, cît și prin fenomenele suplimentare de interfață caracteristice betoanelor ușoare, datorită activizării la temperaturi superioare a prafului de argilă sau zgură, care, intrînd în reacție cu $Ca\ (OH)_2$ pus în libertate la hidratarea cimentului, consolidează piatra de ciment și-i mărește aderența cu agregatul ușor, sporindu-i rezistența.

Consumul de energie electrică pentru tratarea termică a betonului ușor revine la circa 30 kWh/m³. Adăugînd amortismentul transformatorului de sudură și costul supravegherii în timpul încălzirii, costul total al aplicării acestui procedeu, chiar și pentru o producție redusă, rezultă sub costul de 30 lei/m³ al tratamentului termic cu abur tehnologic.

Bibliografie

[1] Boghian Ariadna — *Incălzirea electrică a betonului în cofraje glisante.* Revista construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 9, 1968.
[2] Boghian Ariadna, Groll L., Țibulcă Al. — *Incălzirea electrică a îmbinărilor umede la clădirile din panouri mari montate pe timp friguros.* Revista construcțiilor și a materialelor de construcții, nr. 11, 1968.
[3] Mironov A. ș.a. — *Electroprogrev leghik betonov na șlacovih veajușih.* Stroitelnie materiali, nr. 1, 1964.

Măsuri ce trebuie luate cu privire la îmbunătăţirea calităţii uşilor şi ferestrelor în construcţii

Ing. Vl. Platon

I. GENERALITĂŢI

Planurile anuale şi planurile cincinale de dezvoltare a economiei naţionale au prevăzut o dezvoltare continuă şi rapidă a sectorului de construcţii de locuinţe, social-culturale şi industriale.

Pentru sectorul de construcţii de locuinţe, creşterile din ultimii ani au fost mari, trecîndu-se de la 56 de mii de apartamente în 1968, la 62 de mii de apartamente în 1969.

Ţinînd seamă însă de nevoile reale ale populaţiei şi de posibilităţile de investiţii, ca urmare a acţiunii de diversificare a locuinţelor, pentru 1969 s-a prevăzut o însemnată sporire a volumului de construcţii de locuinţe, de la 62 de mii de apartamente, cît a fost prevăzut iniţial, la 90 de mii de apartamente.

În continuare, în 1970 se prevede o creştere a volumului de construcţii de locuinţe la 110—120 de mii de apartamente.

Această creştere rapidă a volumului de construcţii de locuinţe atrage o creştere şi a consumului de diferite materiale şi produse care intră în componenţa apartamentelor.

Dintre acestea, uşile şi ferestrele de lemn au o pondere însemnată, pentru fiecare apartament fiind necesari 20—25 m² uşi şi ferestre, a căror valoare ajunge pînă la 10—15% din cea a apartamentului.

În prezent, uşile şi ferestrele de lemn sînt utilizate aproape în exclusivitate la construcţiile de locuinţe, social-culturale şi agrozootehnice şi mai puţin la construcţiile industriale.

O dată cu creşterea volumului acestor construcţii creşte foarte rapid şi volumul producţiei de uşi şi ferestre de lemn. La executarea acestora se folosesc în prezent mari cantităţi de lemn de răşinoase.

Pentru a asigura un echilibru între posibilităţile actuale ale pădurilor şi nevoile de lemn ale economiei noastre, în anii următori se prevede o însemnată reducere a consumurilor specifice de lemn.

Această reducere se va face simţită şi în sectorul producţiei de uşi şi de ferestre. Înseamnă că, o dată cu creşterea producţiei de uşi şi ferestre, consumul de lemn masiv trebuie să se reducă, fie prin reducerea consumurilor specifice, fie prin introducerea unor noi înlocuitori. De asemenea, pentru a asigura necesarul de uşi şi ferestre cerut de volumul de construcţii va trebui ca la fabricarea acestora să se utilizeze profile metalice, de duraluminiu, mase plastice sau fibre de sticlă.

O contribuţie însemnată la reducerea consumului de lemn şi utilizarea mai raţională a acestuia o va aduce ridicarea calităţii uşilor şi ferestrelor în fabricaţie şi menţinerea acesteia în timp.

Pentru ridicarea calităţii la fabricaţie se urmăreşte intensificarea controlului tehnic pe faze şi operaţii şi exercitarea unui control permanent prin încercări de laborator.

După livrarea produselor de lemn, în unele cazuri, datorită manipulării, transportului, depozitării sau conservării necorespunzătoare, cum şi montării acestora în construcţii fără a se respecta normele stabilite, se produc însemnate deprecieri ale uşilor şi ferestrelor, care fac ca acestea să necesite reparaţii şi însemnate cheltuieli de întreţinere numai după cîţiva ani de la darea în folosinţă. Aceasta duce la consumuri suplimentare de lemn şi la cheltuieli care ar putea fi evitate.

În cele ce urmează se prezintă unele măsuri ce trebuie luate pe şantiere pentru a contribui la ridicarea calităţii uşilor şi ferestrelor.

II. INFLUENŢA AGENŢILOR ATMOSFERICI ASUPRA CALITĂŢII UŞILOR ŞI FERESTRELOR DE LEMN

Lemnul fiind un material higroscopic, umiditatea acestuia creşte sau scade în funcţie de umiditatea relativă a aerului din mediul în care este păstrat sau folosit.

Produsele de lemn sau semifabricatele pe bază de lemn păstrate în medii a căror umiditate creşte sau descreşte se umflă sau se contrag, determinînd o depreciere a calităţii lor. De asemenea, variaţiile mari şi repetate ale temperaturii produc dilatări şi contractări ale materialului lemnos. Jocul produs prin umflare-contragere, contractări şi dilatări repetate determină apariţia unor rosturi, crăpături ale lemnului sau materialelor de finisare, exfolieri şi dezlipiri ale stratului de vopsea.

Influenţe negative asupra calităţii produselor de lemn au razele solare, circulaţia intensă a aerului, acţiunea vîntului, a apei de ploaie, îngheţul, dezgheţul etc. Toţi aceşti factori acţionează în multe cazuri concomitent, determinînd însemnate deprecieri calitative ale uşilor şi ferestrelor.

La efectele negative ale factorilor menţionaţi se mai adaugă adesea deprecierile survenite în timpul manipulării, depozitării, transportului şi mai ales prin montarea acestor produse în construcţii cînd zidăria este încă umedă.

Pentru a asigura uşilor şi ferestrelor o bună funcţionare în timp şi menţinerea calităţii lor este necesar ca anumite reguli elementare — dar obligatorii — să fie respectate, începînd de la preluarea din fabrică şi pînă la recepţionarea acestora în construcţiile terminate.

III. MĂSURI CE TREBUIE LUATE CU OCAZIA MANIPULĂRII ŞI TRANSPORTULUI

Ambalarea, încărcarea şi transportul uşilor şi ferestrelor de la producător la şantier, respectiv la depozitul constructorului, sînt asigurate de obicei de producător. Transportul de la depozitul constructorului la şantier este făcut de acesta. Manipulările repetate din timpul transportului, încărcării sau descărcării produc numeroase deprecieri. De aceea, se recomandă ca uşile şi ferestrele de lemn, pe cît e posibil, să fie transportate direct de la depozitul producătorului la şantier.

Transportul uşilor şi ferestrelor se face cu mijloace obişnuite de transport (vagoane, autocamioane etc.) sau cu mijloace auto special amenajate.

Produsele nefinisate sînt transportate cu mijloacele obişnuite de transport, neambalate, stivuite, însă corect şi bine consolidate (ancorate), pentru a evita lovirile, frecarea sau strivirea în timpul frînării sau tamponării vagoanelor.

Cînd se folosesc mijloace de transport descoperite, uşile şi ferestrele vor fi acoperite cu prelate. La partea inferioară se vor aşeza suporturi care să evite contactul cu apa de ploaie care s-ar scurge în mijloacele de transport. Se recomandă ca între pereţi şi produse să se fixeze tampoane de materiale moi, care să evite frecările şi deprecierile ce ar rezulta prin mişcările ritmice ale pereţilor vehiculelor sau ale stivelor.

În timpul manipulărilor se va urmări ca părţile mobile (foile de uşi şi cercevelele) să fie bine fixate sau blocate pe toc.

Manipulările cu mijloace mecanizate sînt admise, cu condiţia să se ia toate măsurile care să evite deprecierea produselor.

Ansamblurile sau subansamblurile ambalate vor fi manipulate cu grijă, pentru a-şi menţine ambalajul, respectiv calitatea, pînă la destinaţia finală.

Manipulările făcute cu neatenţie la încărcarea în mijloacele de transport şi la descărcarea din acestea pot duce la însemnate deprecieri ale produselor.

De aceea, uşile şi ferestrele de lemn trebuie să fie manipulate cu mare atenţie, de echipe instruite şi dotate cu echipamentul necesar.

După descărcarea din mijloacele de transport, produsele sau coletele de produse vor fi stivuite corect şi depozitate în condiţii corespunzătoare, pentru a le feri de orice depreciere

IV. MĂSURI CE TREBUIE LUATE PE TIMPUL DEPOZITĂRII

În prezent, fabricile livrează uşi cu foile complet finisate şi tocurile grunduite sau cu foile şi tocurile numai grunduite. Ferestrele de lemn sînt livrate grunduite. Protecţia hidrofugă prin grunduire este, în general, insuficientă.

Ţinînd seamă de influenţele negative ale variaţiilor de umiditate din aer asupra lemnului, de faptul că uşile şi ferestrele nu sînt suficient de bine protejate împotriva umidităţii, pe timpul depozitării lor la producător în depozite intermediare sau pe şantiere, este necesar să se ia o serie de măsuri care să evite degradarea lor.

Spaţiile de depozitare trebuie să fie închise, să nu menţină umiditatea ridicată a aerului, să nu aibă surse de întreţinere a umidităţii sau orientarea acestora să nu creeze o circulaţie intensă a aerului, care ar avea influenţe negative asupra calităţii produselor depozitate.

Uşile pot fi depozitate pe tipuri, complet asamblate sau pe subansambluri, ambalate sau neambalate.

Ferestrele se depozitează pe tipuri şi dimensiuni complet asamblate, ambalate sau neambalate.

Pe timpul manipulării şi depozitării, foile de uşi şi cercevelele de ferestre vor fi blocate cu dispozitivele de închidere pe care le au montate, iar tocurile de uşi se vor rigidiza cu un prag provizoriu (şipcă).

Depozitarea uşilor şi ferestrelor se face în rastele special amenajate sau pe suporturi care asigură o distanţă de la pardoseală de circa 25 cm, iar de la pereţii laterali, de aproximativ 15 cm.

Depozitarea se poate face în poziţie orizontală sau verticală.

La depozitarea orizontală trebuie să se asigure o aşezare corectă, pentru a evita ca elementele să fie deformate sau degradate de accesoriile metalice aparente. Cînd sînt depozitate vertical, unghiul de înclinare trebuie să fie cît mai mic, iar stabilitatea trebuie asigurată prin contravînturi.

Foile de uşi finisate se depozitează aşa cum au fost livrate : ambalate sau neambalate.

În cazul cînd au fost livrate neambalate, depozitarea se face în stive orizontale, aşezînd foile de uşi suprapuse, cu balamalele ieşite alternativ afară pe cele două canturi, iar în dreptul acestora, pe toată lăţimea foii, se vor aşeza fîşii de carton ondulat.

Pentru a evita manipulările suplimentare şi a asigura o bună utilizare a spaţiilor de depozitare, depozitarea se va face pe tipuri şi dimensiuni. Deprecieri însemnate se produc prin contactul suprafeţelor de lemn cu accesoriile metalice aparente. Pentru a evita aceste deprecieri, se recomandă ca pe timpul manipulării, transportului şi depozitării, părţile de accesorii metalice aparente (mînere, şilduri, mînere de cremoane, olivere etc.) să fie demontate, ambalate separat şi depozitate în lădiţe sau colete.

V. MĂSURI CE TREBUIE LUATE ÎN TIMPUL MONTĂRII ÎN CONSTRUCŢII

La începutul acestui articol s-a arătat influenţa defavorabilă pe care o au umiditatea ridicată a mediului în care sînt păstrate uşile şi ferestrele de lemn sau contactul acestora cu zidăria umedă.

Tehnologiile actuale prevăd ca uşile şi ferestrele să fie montate înainte de a se executa tencuielile sau imediat după executarea acestora. În această fază, umiditatea din încăperi este foarte ridicată, ceea ce face ca tocurile, iar în unele cazuri produsul în ansamblu, să fie ţinut o perioadă destul de mare în contact cu zidăria umedă şi într-un mediu cu umiditate relativă a aerului foarte ridicată. În această perioadă, lemnul absoarbe multă apă şi se umflă.

Pierderea acestei umidităţi şi revenirea produsului la dimensiunile normale se fac într-o perioadă mai îndelungată.

După montare se trece la ajustarea produsului fără a se ţine seamă de umiditatea ridicată a acestuia, apoi la finisare.

Într-un interval de 5—6 luni de la darea în folosinţă a construcţiilor, după crearea unui echilibru normal în interior, uşile şi ferestrele de lemn încep să cedeze din surplusul de umiditate, iar prin contragere apar însemnate rosturi şi deformaţii ale elementelor componente, defecţiunile neînsemnate se accentuează, iar stratul de vopsea crapă sau se exfoliază. Rezultatul acestor deprecieri a fost arătat într-un articol anterior. Pentru remedierea deformaţiilor apărute la numai cîţiva ani de la darea în folosinţă sînt necesare însemnate fonduri, care se ridică la 20—30% din valoarea iniţială a produselor.

Pentru a evita aceste neajunsuri este necesar ca montarea uşilor şi ferestrelor să se facă numai după terminarea lucrărilor umede şi pe cît posibil acestea să fie complet finisate. Fixarea în zidărie trebuie să fie îmbunătăţită prevăzîndu-se gheremele de fixare încastrate corespunzător sau folosindu-se alte sisteme de fixare, care să înlesnească montarea uşilor şi ferestrelor complet finisate.

Experienţa de pînă acum dovedeşte că la montarea uşilor şi ferestrelor este necesar să se folosească echipe de muncitori specializaţi, care, pe lîngă cunoaşterea tehnologiei de montare, să aibă şi unele cunoştinţe despre lemn şi proprietăţile acestuia şi ale produselor.

Montarea tocurilor de uşi şi ferestre trebuie să se facă cu ajutorul unor şabloane speciale. Pentru a asigura montarea corectă şi alinierea acestora cu planul zidăriei trebuie să se folosească firul cu plumb, cumpăna sau furtunul de nivel.

Fixarea tocurilor în gheremele se face cu şuruburi sau cuie. La fixarea acestora se va urmări ca tocurile să nu rămînă deformate în plan vertical. După fixarea tocurilor se completează rosturile, se racordează tencuiala şi apoi se pun pervazurile.

În multe cazuri s-a constatat că tencuiala s-a executat după ce s-au pus pervazurile, acestea fiind pînă la jumătate din grosime sub nivelul tencuielii.

Ulterior, după uscarea tencuielilor sau din cauza vibraţiilor provocate de închiderea şi deschiderea uşilor, au apărut însemnate rosturi între tencuială şi pervaz.

În cazul uşilor finisate, după ce se execută corect toate lucrările, sînt aduse foile de uşi, care sînt fixate în balamale, apoi se montează accesoriile metalice aparente. Montarea trebuie să se facă corect, pentru ca să nu fie necesare ajustări.

Cînd produsele se montează nefinisate, vopsirea acestora trebuie făcută numai cînd s-a constatat că umiditatea lemnului nu depăşeşte 15%. Dacă lemnul este vopsit cînd are umiditate mai ridicată, pelicula de vopsea se depreciază datorită eliminării apei şi nu mai asigură produselor protecţia scontată.

VI. CONCLUZII

În articolul de faţă au fost prezentate unele măsuri care trebuie luate pe şantierele de construcţii pentru a elimina o serie de defecţiuni ce s-au constatat la uşile şi ferestrele de lemn, pentru a se utiliza mai bine lemnul şi produsele de lemn şi a se îmbunătăţi calitatea uşilor şi ferestrelor, şi deci a construcţiilor în ansamblu.

Ritmul rapid în care se execută în prezent construcţiile, lipsa de muncitori de pe şantiere, folosirea unor echipe la executarea unei game largi de lucrări, care nu permite o specializare mai strînsă, şi lipsa personalului de supraveghere şi îndrumare fac ca multe normative sau prescripţii să nu fie aplicate cu rigurozitate.

Problema economisirii lemnului şi a ridicării calităţii produselor fiind de mare actualitate, considerăm că materialul prezentat în acest articol va fi de un real folos personalului de pe şantierele de construcţii şi va contribui la înlăturarea defecţiunilor ce se mai constată în acest domeniu.

Betoane de rezistență din scorie bazaltică

Conf. dr. ing. Igor Tertea
Institutul politehnic Cluj

1. SCORIA BAZALTICĂ FOLOSITĂ CA AGREGAT PENTRU BETOANE

1. Originea și rezerva naturală

Scoria bazaltică este o rocă ușoară de origine eruptivă, formată din lava vulcanilor incomplet degazeificată, expandată natural în contact cu apa. Scoriile însoțesc de regulă zăcămintele de bazalt. În țara noastră se găsesc rezerve naturale în munții Perșani, munții Metalici, munții Gilăului, în nordul Dobrogei, în Banat la Șanovița și Lucareț etc.

Rezerva naturală din munții Perșani, situată în localitatea Racoșul de Jos, a fost evaluată de Institutul de studii geologice la circa 2,1 milioane m^3 și este exploatată din 1956 într-o carieră deschisă la cota 595 m pe o treaptă cuprinsă între 5 și 20 m înălțime [1].

2. Compoziția chimică

Compoziția chimică a scoriei bazaltice de la Racoș, în comparație cu scoriile de aceeași origine din alte țări, este dată în tabela 1. În afara principalilor oxizi cuprinși în această tabelă, scoria de Racoș mai conține : TiO_2—1,45 %, S—0,14 %, MnO—0,03 %. Din analiza tabelei 1 se poate trage concluzia că, indiferent de proveniența lor, scoriile au aproximativ aceeași compoziție chimică, aceasta corespunzînd cu cea a rocii de origine.

În funcție de conținutul în oxid feric, culoarea scoriei variază de la roșu la roșu-brun și de la brun la negru. Culoarea scoriei bazaltice de Racoș variază de la roșu-cărămiziu la brun.

Modulul de bazicitate al scoriei de Racoș,

$$M_b = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} = 0,32$$

fiind subunitar, arată caracterul său acid. Din acest motiv, scoria, ca și trasul, reprezintă o substanță inertă, care nu reacționează cu apa decît în prezența unui mediu alcalin (de exemplu, hidroxidul de calciu). Față de scorie, zgura expandată de furnal avînd modulul de bazicitate supraunitar, prezintă caracteristicile unui liant cu priza foarte înceată (cimentoid).

Tabela 1

Compoziția chimică a scoriei bazaltice (%)

Provenienta	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	$Na_2O + K_2O$
Racoș (România)	47	16	10	8	12	5
Franța [2]	43—55	12—24	8—20	—	—	—
Armenia [3] (URSS)	53	18	9	8	5	5,5
Germania [4]	44—47	1—20	10—13	9—14	7—12	5—10

3. Proprietăți fizico-mecanice

a) **Granulozitatea.** În zăcămîntul de la Racoș, scoria se găsește în stare naturală în granule de diferite dimensiuni. Întreprinderea care exploatează această carieră poate livra materialul pe fracțiuni. Granulozitatea fracțiunilor 0/7 și 7/30 mm, din loturile cu care s-au preparat betoanele pentru încercări, este dată în tabela 2 și reprezintă media a șase determinări. Prin amestecarea sorturilor livrate în diferite proporții se pot obține compoziții granulometrice care să satisfacă cerințele unor betoane compacte de rezistență. Prin înlocuirea parțială sau totală a părții fine din scorie cu nisip de rîu se pot obține betoane de aceeași rezistență cu un dozaj mai mic de ciment, dar de o densitate aparentă mai ridicată.

Tabela 2

Granulozitatea scoriei de Racoș livrate

Fracțiunea	Treceri (în %) prin sita de :					
	0,2	1	3	7	15	30
0/7	7,85	27,50	50,25	90,15	100	100
7/30	1,20	3,84	5,99	11,13	56,12	100

b) **Densitatea.** Scoriile bazaltice au o textură vacuolară pronunțată și o structură poroasă asemănătoare cu cea a zgurii expandate.

Densitatea specifică a materialului granular (determinată conform STAS 4606—62) este în medie de 2 875 kg/m^3.

Densitatea aparentă în grămadă în stare uscată și cu umiditate naturală este trecută, pe fracțiuni, în tabela 3. Reducerea densității aparente a materialului mărunt o dată cu creșterea umidității este caracteristică agregatelor poroase și se datorește înfoierii. Densitatea aparentă în stare afînată și uscată a scoriei bazaltice este aproximativ aceeași cu cea a zgurii expandate de Hunedoara. Volumul de goluri dintre granule, stabilit conform STAS 2386-61, este în medie de 53 % atît pentru fracțiunea 7/15, cît și pentru 15/30 mm.

Tabela 3

Densitatea aparentă în grămadă (kg/m³) a scoriei de Racoș

Starea scoriei	Sortul (mm)		
	0/7	7/15	15/30
Uscată	1 077	850	840
Cu umiditatea naturală (6 %)	1 004	950	870

Densitatea aparentă în bucată a scoriei, neținînd seama de porii deschiși [5], este de

2 430 kg/m³	pentru	fracțiunea	0/7 mm,
2 080	”	”	” 7/15 mm,
2 000	”	”	” 15/30 mm.

Porozitatea granulelor din sortul 7/30 mm este în medie de 10 %.

c) **Absorbția de apă.** Granulele de scorie din sorturile 7/15 și 15/30 mm absorb după 24 de ore o cantitate de apă egală, în medie, cu 12 % din greutatea lor. După 48 de ore de imersie, capacitatea de absorbție, practic, nu se modifică față de cea înregistrată la 24 de ore.

d) **Stabilitatea la fierbere** a scoriei este corespunzătoare, deoarece granulele încercate nu au prezentat fisuri, dezagregări, exfolieri sau pete.

e) **Părți levigabile.** Determinările făcute pe sortul 0/7 mm au arătat o cantitate de 3,5 % în greutate de părți levigabile.

f) **Rezistența la compresiune.** Indicele de rezistență la sfărîmare, determinat pe fracțiunea 7/15 mm, are următoarele valori :

scorie uscată	17 kgf/cm²
scorie saturată cu apă	15 kgf/cm²
scorie cu umiditate naturală. .	16,5 kgf/cm²

În comparație cu zgura expandată de Hunedoara și argila expandată (granulitul) de Mureșeni, fabricate în prezent, *scoria bazaltică prezintă indici de rezistență mai buni.*

g) **Rezistența la îngheț-dezgheț.** Supusă la 15 cicluri de îngheț-dezgheț repetat, între — 15 și +20°C (conform STAS 2386-61), scoria bazaltică a prezentat o pierdere în greutate de 6,6 % față de 3,3 % cît s-a măsurat la zgura expandată și de 1,2 % la argila expandată. Avînd în vedere limita maximă admisă (10 %) pentru pierderi la agregatele ușoare poroase, se poate considera o comportare satisfăcătoare a scoriei la această încercare.

II. COMPOZIȚIA BETOANELOR DE REZISTENȚĂ DIN SCORIE BAZALTICĂ

Pentru a obține un beton de marcă cel puțin 150 kgf/cm², s-au întocmit mai multe compoziții cu scopul de a analiza influența următorilor parametri : proporția dintre fracțiunile de scorie

Tabela 4

Rețetele încercate și rezultatele măsurătorilor

Nr. crt.	Indicativul	Calitatea cimentului	Dozajul de ciment (kg/m³)	Proporția agregatului în greutate (%)				Apă / ciment	Metoda de compactare	Durata vibrării (s)	Densitatea betonului proaspăt (kg/m³)	Răspîndirea (cm)	Tasarea (cm)	La 28 de zile	
				Nisip	Scorie									Densitatea (kg/m³)	R_b (kgf/cm²)
					0/7	7/15	15/30								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	I.1	RIM 200	325	—	56	44	—	0,80	vibrare	20	1 788	46	12	1 675	137
2	I.2	RIM 200	350	—	60	40	—	0,80	,,	30	1 800	44	10	1 710	175
3	I.3	RIM 200	350	—	70	30	—	0,80	,,	30	2 010	43	11	1 904	244
4	I.4 (SIR)	RIM 200	350	—	70	30	—	0,90	,,	20	2 000	40	10	1 893	243
5	I.5 (SIP)	PZ 300	350	—	70	30	—	0,90	,,	20	1 990	42	9	1 897	151
6	I.6	RIM 200	350	—	80	20	—	0,80	,,	30	1 998	41	8	1 875	214
7	II.1	PZ 300	300	20	56	24	—	1,00	manuală	—	2 050	43	—	1 746	69
8	II.2 (SIIR)	RIM 200	300	23	47	30	—	0,90	vibrare	25	2 010	44	2	1 920	246
9	II.3 (SIIP)	PZ 300	350	23	47	30	—	0,90	,,	25	2 025	43	3	1 930	145
10	II.4	RIM 200	350	15	59	26	—	1,00	,,	20	2 025	42	—	1 929	182
11	II.5	RIM 200	350	20	40	40	—	0,72	manuală	—	2 075	45	—	1 933	167
12	II.6	RIM 200	350	47	23	30	—	0,90	vibrare	20	2 100	34	2	2 018	312
13	II.7	RIM 200	350	70	—	30	—	0,90	,,	15	2 120	33	3	2 030	307
14	III.1	RIM 200	350	23	47	15	15	0,90	,,	20	2 050	43	2	1 955	284
15	III.2	RIM 200	350	40	20	20	20	0,90	,,	20	2 090	34	2	1 995	313
16	III.3	RIM 200	350	20	35	20	25	0,72	manuală	—	2 120	46	—	1 991	242
17	III.4	RIM 200	325	20	35	20	25	0,72	,,	—	2 105	43	—	1 950	225

de diferite dimensiuni, înlocuirea părţii fine din scorie cu nisip de rîu, calitatea cimentului şi metoda de compactare a betonului.

La stabilirea compoziţiei betonului s-a folosit metoda volumului absolut [6]. Betonul a fost preparat în betonieră respectînd în toate cazurile următoarea succesiune a operaţiilor: agregatul şi 50 % din apă se amestecă cinci minute, apoi, împreună cu cimentul şi restul de apă, încă trei minute. Toate încercările asupra betonului proaspăt s-au făcut după 15 minute de la amestecare. Rezistenţa la compresiune a betonului întărit a fost determinată pe cuburi păstrate 7 zile în apă şi apoi în aer pînă la încercare. În majoritatea cazurilor, betonul a fost compactat prin vibrare pe o masă vibrantă avînd frecvenţa de 3 000 de oscilaţii pe minut. Durata vibrării a fost stabilită în funcţie de lucrabilitatea amestecului şi a variat între 15 şi 30 de secunde. La cîteva reţete îndesarea a fost făcută cu maiul, fiind denumită în cele ce urmează şi compactare manuală.

Reţetele încercate şi rezultatele măsurătorilor efectuate pe betonul proaspăt şi întărit sînt centralizate în tabela 4. Calitatea celor două cimenturi folosite (RIM 200 şi PZ 300) a fost verificată înainte de efectuarea încercărilor.

Analiza tabelei 4 pune cu uşurinţă în evidenţă influenţa parametrilor menţionaţi mai sus. Subliniem totuşi cîteva concluzii:

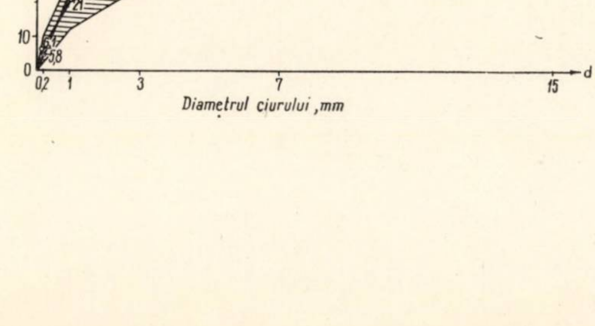
— se pot obţine betoane de marcă 150—250 kg/cm² fie folosind ca agregat numai scorie, fie înlocuind o parte din fracţiunea 0/7 mm cu nisip de rîu;

— în condiţii egale, rezistenţele cele mai bune se obţin pentru o proporţie în greutate a agregatului de 70 % sortul 0/7 mm şi 30 % sorturile 7/15 sau 7/30 mm;

— înlocuirea scoriei mărunte cu nisip de rîu face ca rezistenţa betonului să crească, ceea ce permite reducerea dozajului de ciment;

— calitatea cimentului influenţează substanţial rezistenţa betonului. Înlocuirea cimentului RIM 200 cu PZ 300 a dus la o diminuare cu 30 % a rezistenţei betonului la 28 de zile;

Fig. 1 – Curbele granulometrice ale agregatului folosit la betoanele din scorie, faţă de domeniul „bun" prescris pentru betoanele grele



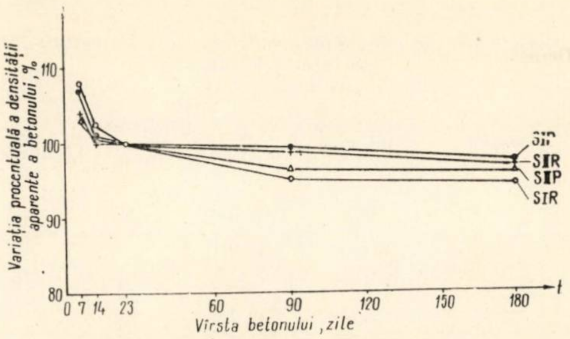


Fig. 2 – Variaţia densităţii aparente a betonului din scorie în funcţie de vîrsta sa

— betoanele compacte de rezistenţă realizate integral din scorie bazaltică se pot obţine la o densitate medie de 1 900 kg/m³ (la 28 de zile), iar pe măsura înlocuirii materialului mărunt cu nisip de rîu această densitate aparentă creşte la 2 000 kg/m³. Prin urmare, *betoanele compacte din scorie bazaltică sînt betoane semiuşoare.*

Din cele 17 compoziţii încercate au fost reţinute, pentru studiul proprietăţilor betonului întărit, reţetele notate în tabela 4 cu S I R, S I P, S II R şi S II P. Granulozităţile agregatelor la betoanele S I şi S II sînt reprezentate grafic în figura 1, ele obţinîndu-se prin amestecarea sorturilor livrate în proporţiile arătate în tabela 4. Pentru comparaţie, se prezintă şi domeniul „bun" recomandat de STAS 1667-62 pentru agregatele grele. Menţionăm că pentru agregatele uşoare nu sînt stabilite încă prin norme domeniile de granulozitate optimă.

III. BETONUL DIN SCORIE BAZALTICĂ ÎNTĂRIT

1. Proprietăţi fizice

a) **Densitatea aparentă** scade în timp pe măsură ce apa se evaporează în mediul înconjurător. În diagrama din figura 2 se prezintă variaţia densităţii aparente a betoanelor S I şi S II (fiecare din ele preparate atît cu ciment RIM 200, cît şi cu PZ 300), în funcţie de vîrsta lor. Faţă de 28 de zile, densitatea aparentă la 7 zile (la scoaterea din apă) şi la 6 luni variază în limitele a ± 10 %.

b) **Permeabilitatea la apă** determinată pe cuburi cu latura de 20 cm arată că la o presiune de 1 atm apa a traversat probele după o oră, ceea ce înseamnă că *betoanele din scorie bazaltică prezintă o permeabilitate ridicată.*

c) **Permeabilitatea la căldură** a fost măsurată pe epruvete cu dimensiunile de 20 × × 20 × 6 cm, cu ajutorul aparatului Dr. Bock. Rezultatele măsurătorilor sînt înscrise în tabela 5. *Faţă de betonul greu*, la care coeficientul de conductibilitate termică variază între 1,2 şi 1,75 kcal/mh°C [7], *betonul din scorie bazaltică, de aceeaşi rezistenţă, prezintă o permeabilitate la căldură de cel puţin două ori mai redusă.*

Tabela 5

Coeficientul de conductibilitate termică (λ) a betoanelor din scorie bazaltică

Betonul	Umiditatea betonului (%)	λ (kcal/mh°C)	Densitatea aparentă (kg/m³)	R_b (kgf/cm²)
S I R	5,4	0,483	1 893	243
	uscat	0,401	—	—
S II R	4,7	0,585	1 920	246
	uscat	0,419	—	—
III 4	6,1	0,638	1 950	225

Capacitatea de izolare termică a betonului din scorie este comparabilă cu cea a unor zidării de cărămidă sau cu cea a betoanelor ușoare din zgură expandată sau granulit.

2. Rezistențe mecanice

a) **Rezistența cubică** (R_b), în funcție de vîrsta betonului, la cele patru tipuri de betoane studiate, este prezentată în tabela 6. Se vede că betoanele confecționate cu ciment RIM 200 ating valoarea maximă a rezistențelor la 28 de zile, în timp ce betoanele preparate cu ciment PZ 300 înregistrează o creștere a rezistențelor și după această dată. Indiferent de calitatea cimentului și de compoziția betonului, raportul R_7 / R_{28} variază între 0,55 și 0,7, așa cum se vede din figura 3.

Tabela 6

Variația în timp a rezistenței cubice (R_b) și a celei prismatice (R_{pr}) a betonului din scorie bazaltică (kgf/cm²)

Betonul	Rezistența	Vîrsta betonului (zile)				
		7	14	28	90	180
S I R	R_b	142	188	243	238	230
	R_{pr}	136	169	220	218	213
S I P	R_b	87	121	151	178	208
	R_{pr}	66	89	138	147	172
S II R	R_b	166	189	246	242	276
	R_{pr}	147	169	178	201	223
S II P	R_b	81	105	145	180	197
	R_{pr}	50	94	142	156	175

Influența mărimii cubului asupra rezistenței betonului din scorie este ilustrată în figura 4. Micșorarea rezistenței o dată cu creșterea dimensiunilor cubului este similară cu cea stabilită în cazul betonului greu. Considerînd 100% rezistența cubului cu latura de 20 cm, pentru celelalte dimensiuni rezistențele pot fi luate astfel:

d (cm)	5	10	15	20	30
R_b(%)	120	110	105	100	80

b) **Rezistența prismatică** (R_{pr}) a fost determinată pe epruvete cu dimensiunile de 10 × 10 × 32 cm. Creșterea în timp a acestei rezistențe este prezentată în tabela 6. Comparînd valorile înscrise în această tabelă, se poate constata că la 28 de zile raportul R_{pr}/R_b variază între 0,8 și 0,9.

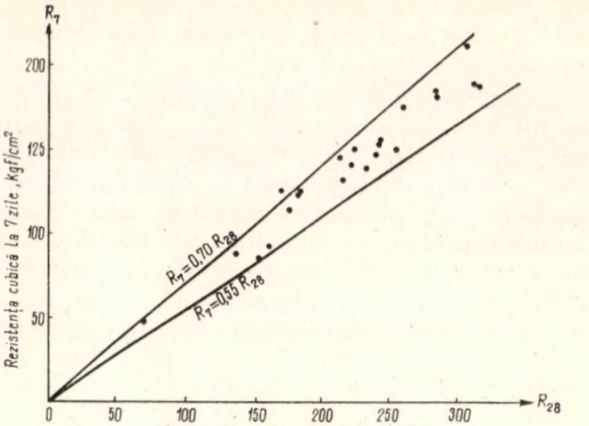


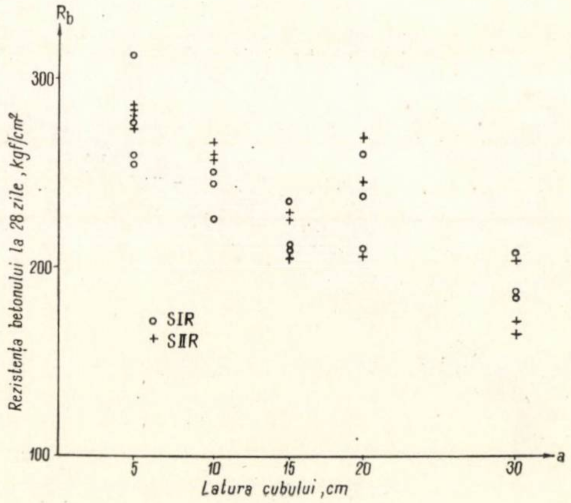
Fig. 3 – Raportul dintre rezistența la compresiune a betonului din scorie la 7 și 28 de zile

c) **Rezistența la întindere din încovoiere** (R_{ti}), determinată conform STAS 1275—62, a prezentat la cele patru betoane valorile medii:

Betonul	R_{ti}
S I R	39,7 kgf/cm²
S I P	28,3 ”
S II R	38,2 ”
S II P	24.5 ”

Înlocuirea cimentului RIM 200 cu PZ 300 antrenează o reducere cu aproximativ 30% a rezistenței R_{ti}, avînd, adică, un efect identic cu cel pe care-l are asupra rezistenței cubice. Schimbarea granulozității agregatului nu influențează, practic, rezistența la întindere din încovoiere a betonului din scorie bazaltică. Raportul

Fig. 4 – Variația rezistenței cubice a betonului de scorie în funcție de mărimea probei



R_{ti}/R_b la betonul din scorie variază între 0,15 şi 0,18 adică poate fi luat acelaşi ca şi la betoanele grele.

3. Deformaţii

a) Contracţia

Contracţia a fost măsurată pe prisme cu dimensiunile de 10 × 10 × 55 cm, începînd de la a treia zi de la confecţionare, timp în care epruvetele au fost păstrate în mediu umed. Pe durata măsurătorilor probele au fost ţinute într-o încăpere subsol în care umiditatea relativă a aerului a variat între 60 şi 70 % iar temperatura între 15 şi 20°C. Evoluţia contracţiei în timp a betonului din scorie bazaltică confecţionate după reţetele II 4, II 5 şi III 4 (vezi tabela 4) este reprezentată în figura 5. În scopul comparării fenomenului, au fost măsurate în paralel deformaţiile de contracţie la betoanele din scorie bazaltică, zgură expandată, argilă expandată şi a celui cu nisip şi pietriş de rîu. Betonul din scorie a avut compoziţia S I R, iar celelalte au fost preparate după următoarele reţete :

Betonul cu zgură expandată (*Hunedoara*)

Ciment RIM 200	350 kg/m³
Zgură 0/7 mm	940 ”
Zgură 7/15 mm	400 ”
A/C	0,9
Densitatea aparentă (28 de zile)	1798 kg/m³
Rezistenţa cubică (28 de zile)	123 kgf/cm²

Betonul cu argilă expandată (*Mureşeni*)

Ciment RIM 200	300 kg/m³
Nisip de rîu 0/7	320 ”
Granulit 0/7 mm	450 ”
Granulit 7/15 mm	515 ”
A/C	0,8
Densitatea aparentă (28 de zile)	1791 kg/m³
Rezistenţa cubică (28 de zile)	250 kgf/cm²

Betonul cu nisip şi pietriş de rîu

Ciment RIM 200	280 kg/m³
Nisip 0/7 mm	1050 ”
Pietriş 7/15 mm	850 ”
A/C	0,6
Densitatea aparentă (28 de zile)	2297 kg/m³
Rezistenţa cubică (28 de zile)	204 kgf/cm².

S-a urmărit să se obţină în toate cazurile un beton de marcă 200 kgf/cm². Din cele de mai sus se vede că, cu excepţia betonului din zgură expandată, acest deziderat s-a realizat.

Contracţia acestor betoane, măsurată timp de 180 de zile, este reprezentată în figura 6. Analiza diagramelor din figurile 5 şi 6 arată că :

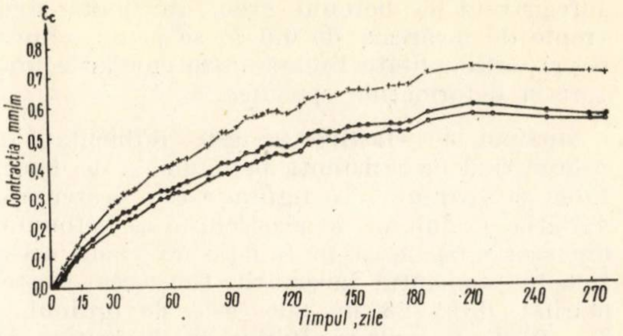


Fig. 5 — Contracţia betoanelor din scorie bazaltică de diferite compoziţii

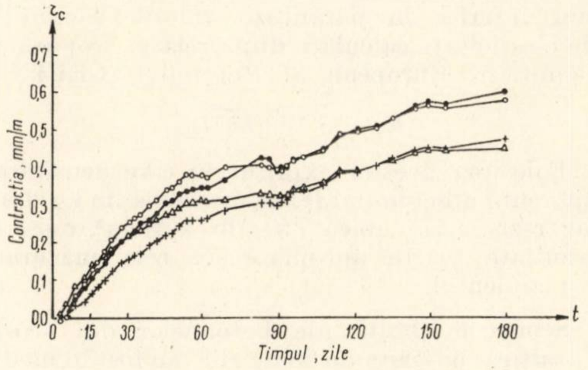


Fig. 6 — Contracţia betoanelor din :
scorie bazaltică (o) ; zgură expandantă (●) ; granulit (+) şi pietriş de rîu (△)

— betoanele confecţionate cu agregate poroase prezintă în primele 5—10 zile de la confecţionare o umflare de aproximativ 0,002 mm/m ;

— în prima lună, contracţia betoanelor cu agregate poroase este în general mai mică decît cea a betonului cu pietriş de rîu ;

— betoanele cu scorie bazaltică şi zgură expandată au prezentat o contracţie cu 25—30 % mai mare decît cea a betonului din granulit, a cărui deformaţie este comparabilă cu cea a betonului obişnuit (greu) ;

— în prima jumătate de an se produce cea mai mare parte a deformaţiilor din contracţie, curbele tinzînd către o asimptotă paralelă la axa timpului, astfel că valorile înregistrate la această vîrstă pot fi considerate egale cu cele de la un an [8] ;

— pentru betoanele de rezistenţă (compacte) din scorie bazaltică, contracţia măsurată în laborator după 180 de zile este, în medie, de 0,55 mm/m ; menţionăm faptul că la construcţiile situate în condiţii normale de variaţie a temperaturii şi umidităţii se poate considera 70 % din valoarea contracţiei măsurată în regim de laborator cu temperatură şi umiditate relativ constantă [9].

b) Deformaţii sub sarcini de scurtă durată

Curbele caracteristice medii ale betoanelor din scorie bazaltică studiate sînt prezentate în figura 7. Alura lor este asemănătoare cu cea înregistrată la betonul greu. În limita unei trepte de încărcare de 0,5 R_b se poate admite o proporționalitate liniară între eforturile unitare și deformațiile specifice.

Modulul de elasticitate este influențat în primul rînd de rezistența betonului și de densitatea sa aparentă. În figura 8 este prezentată variația modulului de elasticitate al betonului din scorie bazaltică în funcție de vîrsta acestuia în momentul încercării. Creșterea acestei mărimi după 28 de zile este de ordinul a 3 – 10 %. Valorile modulilor de elasticitate la 28 de zile ale betoanelor studiate sînt trecute în tabela 7. În coloana a patra a acestei tabele sînt înscrise în paranteze valorile modulilor de elasticitate calculate după relația propusă de Comitetul European al Betonului (CEB)

$$E_b = 5\,100\sqrt{\rho^3 R_b}.$$

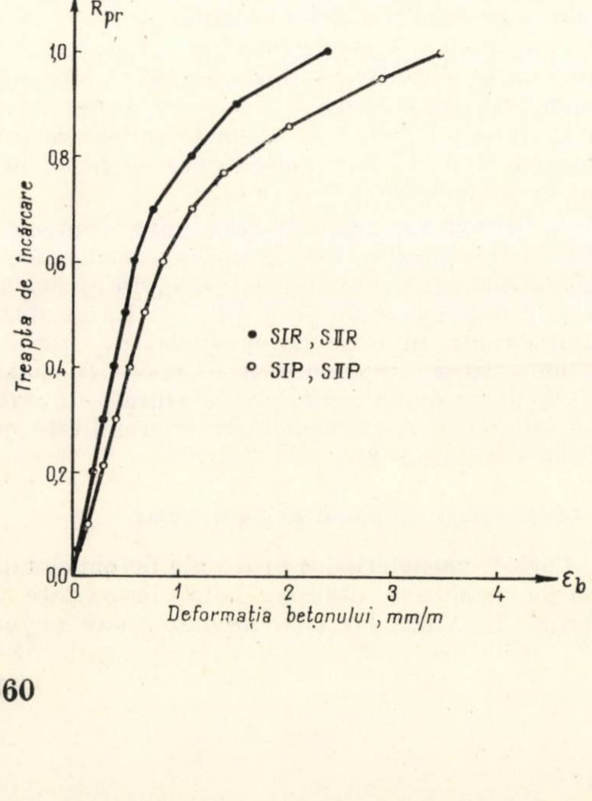
Folosirea acestei expresii în care densitatea aparentă a betonului (ρ) se introduce în kg/dm^3, iar rezistența cubică (R_b) în kgf/cm^2, duce la rezultate foarte apropiate de cele măsurate experimental.

Scurtările limită ale betoanelor din scorie bazaltică la vîrsta de 28 de zile au fost în medie de 2,40 mm/m la cele cu ciment RIM 200 (S I R și S II R) și de 3,40 mm/m la cele cu ciment PZ 300 (S I P și S II P).

c) Deformații sub sarcini de lungă durată

Studiul deformațiilor de curgere lentă a betonului din scorie bazaltică solicitat la compresiune axială a fost făcut cu dispozitive cu resort de tipul celui prezentat în figura 9. Epruvetele au avut dimensiunile de 10 × 10 × 30 cm și au fost încărcate la 28 de zile la un efort unitar egal cu 0,4 R_{pr}. Betonul a fost preparat după rețeta S I R (fără adaos de nisip de rîu), presupus a avea deformații de curgere lentă mai mari decît betoanele cu adaos de nisip. Probele au fost păstrate în încăperi cu o umiditate relativă a aerului variind între 60 și 70 % și o temperatură între 15 și 20°C. Din deformația totală înregistrată s-a scăzut scurtarea din contracție măsurată pe epruvete identice neîncărcate.

Fig. 7 – Curbele caracteristice ale betoanelor compacte din scorie bazaltică solicitate la compresiune



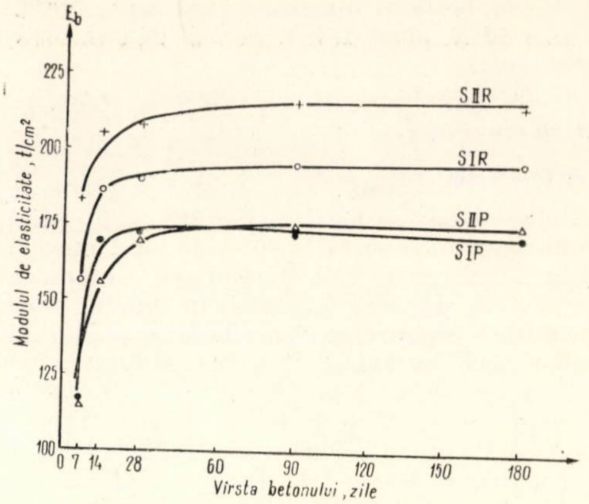


Fig. 8 – Variația în timp a modulului de elasticitate al betonului din scorie bazaltică

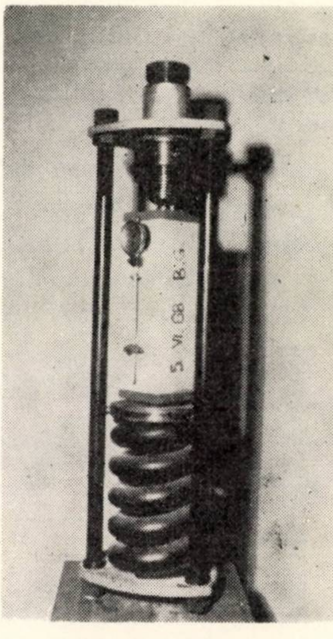


Fig. 9 – Dispozitiv pentru studiul deformațiilor de curgere lentă a betoanelor solicitate la compresiune centrică

Măsura curgerii lente C (raportul dintre deformația de curgere lentă și efortul unitar) a betoanelor studiate, după 180 de zile de menținere sub sarcină, se prezintă astfel:

– beton din nisip și pietriș de rîu . . . . $C = 0{,}00895$ mm/m

– beton din granulit. . . . . $C = 0{,}00960$ mm/m

Tabela 7

Modulii de elasticitate ai betonului din scorie bazaltică

Betonul	Rezistența cubică (kgf/cm²)	Densitatea aparentă (kg/m³)	Modulul de elasticitate (kgf/cm²)
S I R	243	1 893	189 000 (203 000)
S I P	151	1 897	172 000 (167 000)
S II R	246	1 920	209 000 (202 000)
S II P	145	1 930	169 000 (170 000)

— beton din scorie bazaltică .... $C = 0{,}01210$ mm/m

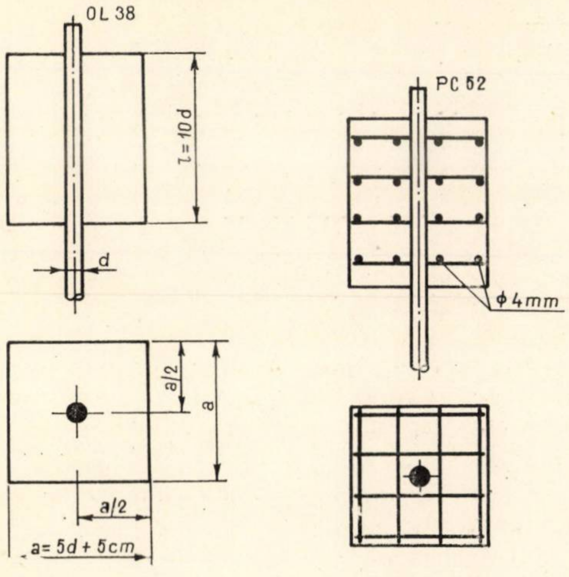
— beton din zgură expandată .... $C = 0{,}02700$ mm/m

Valorile de mai sus arată că betoanele cu agregate poroase (naturale sau artificiale) prezintă deformații de curgere lentă în general mai mari decît cele ale betonului obișnuit cu nisip și pietriș de rîu. Măsurătorile efectuate arată că betonul din scorie bazaltică prezintă deformații de curgere lentă cu 35% mai mari decît cele ale betonului greu de aceeași marcă.

4. Durabilitatea

Rezistența la îngheț-dezgheț a betonului din scorie bazaltică s-a considerat a fi unul din principalele criterii de apreciere a durabilității acestui material. După 25 de cicluri de îngheț-dezgheț, scăderea rezistenței a fost de 12% la betoanele S I R și de 3,2 % la S II R. Se remarcă influența favorabilă a adaosului de nisip de rîu (betonul S II R) asupra comportării betonului din scorie la acțiunea înghețului și dezghețului repetat. Întrucît nu s-au efectuat încercări la un număr mai mare de cicluri, putem considera că betonul din scorie bazaltică (cu sau fără adaos de nisip de rîu) poate fi încadrat cel puțin în categoria G 25 de gelivitate (după STAS 3518—52).

Fig. 10 – Epruvete tip pentru determinarea forței de aderență



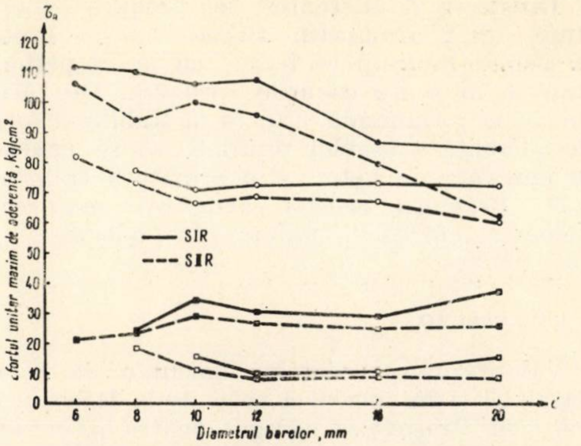


Fig. 11 – Influența tipului, diametrului și poziției armăturii asupra eforturilor unitare de aderență

● – bare PC 52 așezate vertical ; o – bare PC 52 așezate orizontal ; ■ – bare OL 38 așezate vertical; □ – bare OL 38 așezate orizontal

IV. ADERENȚA BETONULUI DIN SCORIE BAZALTICĂ LA ARMĂTURI

Forța de aderență a fost stabilită prin smulgerea barelor din epruvete de beton de forma celor prezentate în figura 10. Parametrii studiați au fost :

— tipul armăturii : bare netede (OL 38) și cu profil periodic (PC 52),

— diametrul armăturii : 6, 8, 10, 12, 16 și 20 mm,

— poziția barelor la turnare : orizontală și verticală,

— tipul betonului : cu și fără adaos de nisip de rîu.

Influența acestor parametri este prezentată în diagramele din figura 11, a căror analiză permite formularea unor concluzii :

a) Armăturile cu profil periodic (PC 52) prezintă o aderență de 3 pînă la 7 ori mai mare decît barele netede (OL 38). Menționăm că probele confecționate pentru determinarea forței de aderență a barelor cu profil periodic au fost prevăzute cu armături transversale sub formă de plase sudate (fig. 10).

b) Influența diametrului barelor asupra efortului unitar de aderență s-a făcut simțită mai cu seamă la barele PC 52 așezate vertical, în timp ce la barele netede acest parametru n-are practic nici o influență.

c) Barele așezate vertical, indiferent de forma suprafeței lor, prezintă o aderență cu aproximativ 30% mai bună decît cele așezate orizontal.

d) La aceeași marcă de beton, aderența este mai bună cînd dozajul de ciment este mai mare, indiferent de compoziția granulometrică a agregatului.

Distrugerea aderenţei se produce diferit, după tipul armăturii. Barele netede lunecă în beton, în timp ce barele cu profil periodic despică în toate cazurile epruveta. Din acest motiv se recomandă [10] ca la stabilirea forţei de aderenţă a barelor profilate să se prevadă în epruveta de beton şi o armătură transversală. Prezenţa acestei armături majorează valoarea efortului unitar de aderenţă cu 50—100%.

V. CONCLUZII

Valorificarea rezervelor naturale de scorie bazaltică şi în special a celei de la Racoşul de Jos (jud. Braşov) ca agregat pentru executarea betoanelor poate prezenta — prin reducerea densităţii lor aparente şi asigurarea unor calităţi superioare de izolare termică — avantaje economice apreciabile, mai cu seamă pentru unităţile de construcţii apropiate de asemenea cariere.

Rezultatele cuprinse în prezentul studiu arată că scoriei bazaltice i se poate asigura o valorificare superioară folosind-o ca agregat la realizarea betoanelor compacte de rezistenţă în elemente monolite sau prefabricate portante. Cu consumuri convenabile de ciment se pot realiza betoane de marca 150—250 kg/cm^2 avînd o densitate de 1 800—2 000 kg/m^3.

Deformaţiile de contracţie şi curgere lentă ale betoanelor compacte din scorie bazaltică sînt cu 30—35% mai mari decît cele ale betoanelor grele de aceeaşi rezistenţă.

Pentru armarea elementelor din beton de scorie bazaltică recomandăm barele cu profil periodic (de tip PC în special), care prezintă o aderenţă foarte bună. Efortul unitar de aderenţă τ_a, la o aşezare orizontală (defavorabilă) a armăturilor, poate fi luat 0,3 R_b, cînd există o armătură transversală şi 0,2 R_b, cînd această armătură lipseşte. Barele netede prezintă o aderenţă mai slabă. În cazul aşezării verticale a armăturii, τ_a poate fi luat egal cu 0,1 R_b, iar pentru barele aşezate orizontal, 0,05 R_b.

După comportarea la gelivitate, betoanele compacte din scorie bazaltică (cu sau fără adaos de nisip de rîu) pot fi încadrate cel puţin în categoria G 25 (după STAS 3518—52). Cît priveşte conservarea armăturii în betoanele cu agregate poroase, unele cercetări [11] arată că un strat de acoperire cu beton în grosime cel puţin egală cu dimensiunea maximă a agregatului împiedică coroziunea armăturii (în condiţii normale de exploatare).

În încheiere, menţionăm că betonul din scorie bazaltică este folosit şi în alte ţări care posedă asemenea rezerve naturale (Franţa, Germania, U.R.S.S., Cehoslovacia), atît sub forma blocurilor mici pentru zidării cît şi la elemente portante de beton armat, ca panouri mari, pereţi, elemente pentru planşee etc.

*

Autorul ţine să exprime mulţumirile sale ing. Ecaterina Varna pentru concursul dat la realizarea programului experimental.

Bibliografie

[1] IPCMC — *Referat asupra zăcămîntului de scorie bazaltică de la Racoşul de Jos, dealul Hegheş*, 1965.

[2] Norme française P.18—310, *Béton et béton armé. Pouzzolane.*

[3] Saakian V. O. — *Vulkaniceskie şlaki kak zapolniteli dlea legkih i oblegcionnih betonov*, Moskva, Gosud. izd. lit. po stroit. arhit. i stroit. mat., 1959.

[4] Hummel A. — *Das Beton-ABC*, Berlin, Wilhelm Ernst u. Sohn, 1959.

[5] Dovjik V. G., — *Podbor sostava keramzitobetona. Effectivnie metodi podbora sostava betona*, Moskva, Gosstroiizdat, 1962.

[6] ACI Committee 211 — *Recommended practice for selecting proportions for structural lightweight concrete*, ACI Journal, nr. 1, January 1968.

[7] Graf O. — *Die Eigenschaften des Betons*, Berlin, Springer Verlag, 1960.

[8] Kruml F. — *Schwinden und Kriechen von Leichtbetonene*, Baustoffindustrie nr. 11, 1964.

[9] Kruml F. — *Short- and long-term deformation of structural lightweight-aggregate concrete*, International Congress on Lightweight Concrete, London May, 1968.

[10] RILEM — *Sympsium on bond and crack formation*, Stockholm, 1957.

[11] Schulze W., Günzler J. — *Corrosion protection of the reinforcement in lightweight concrete*, International Congress on Lightweight Concrete, London, May, 1968.

[12] Rigan J. — *Lightweight concrete with natural basalt lava aggregates*, RILEM Symposium on testing and design methods of lightweight aggregate concretes, Budapest, 1967.

DOCUMENTARE

UN NOU TIP DE UTILAJ DE MĂRUNŢIRE

În Franţa a fost pus la punct recent un nou tip de utilaj de mărunţire, numit ,,Microcyclomat", pentru fineţe mijlocii şi mari.

Principiul său de funcţionare, ilustrat în figura 1, constă din introducerea particulelor de material într-un curent de gaze în care se produc vîrtejuri, schimbări de presiune şi vibraţii, cum este cazul cînd un rotor cilindric cu palete se roteşte în interiorul unui stator, iar în spaţiul dintre ele circulă un flux axial de gaze.

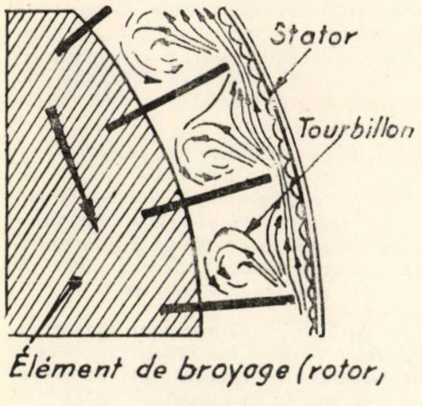


Fig. 1 – Principiul de funcţionare

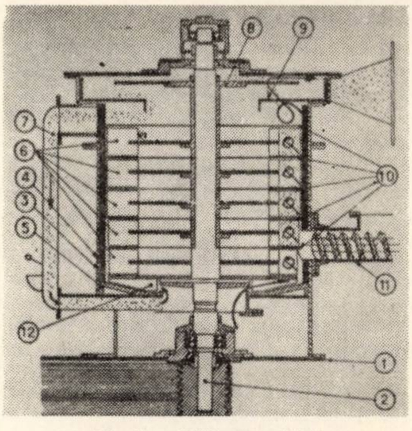


Fig. 2 – Schiţa aparatului

În figura 2 se dă o schiţă a acestui aparat. Rotorul are axul vertical. Statorul este căptuşit cu plăci de oţel special cu crom. Un ventilator inferior şi unul superior asigură circulaţia gazelor, a căror intrare în aparat este prevăzută cu clapete de reglaj. Instalaţia mai cuprinde, după Microcyclomat, un ciclon şi un filtru care reţin produsul finit.

Materialul brut este introdus în aparat cu ajutorul unui alimentator elicoidal, fiind antrenat de curentul turbionar ascendent de gaze. S-a prevăzut posibilitatea întoarcerii în partea inferioară a statorului a particulelor insuficient sfărîmate.

Gradul de sfărîmare ce se realizează este mare, un material alcătuit din granule mai mari de 0,62 mm putînd fi redus la dimensiuni de cîţiva microni. Fineţea de măcinare poate fi reglată cu uşurinţă.

O ventilaţie energică evită lipirea materialelor sensibile la temperatură sau a celor cu umiditate mare. Se pot măcina astfel argile care au pînă la 18% umiditate.

Aparatul se pretează şi la măcinarea în anumite medii speciale (gaze calde pentru uscare, aer rece, gaze inerte etc.).

Dintre materialele care se pot măcina în condiţii bune cu acest aparat se citează: materiale plastice, săruri metalice, materiale organice, catalizatori, pigmenţi, insecticide, argile, calcar, adomită, grafit, cărbune, diatomită, azbest, sulf, cereale etc.

Microcyclomatul se construieşte într-o gamă de patru dimensiuni, avînd următoarele puteri instalate: 5 — 6 cp, 15—20 cp, 50—65 cp şi 100—120 cp.

Din *Aufbereitungs — Technik* nr. 11, 1968

RECENZII

Dr. Gyula Márkus

THEORIE UND BERECHNUNG ROTATIONSSYMMETRISCHER BAUWERKE

Teoria şi calculul structurilor radial simetrice

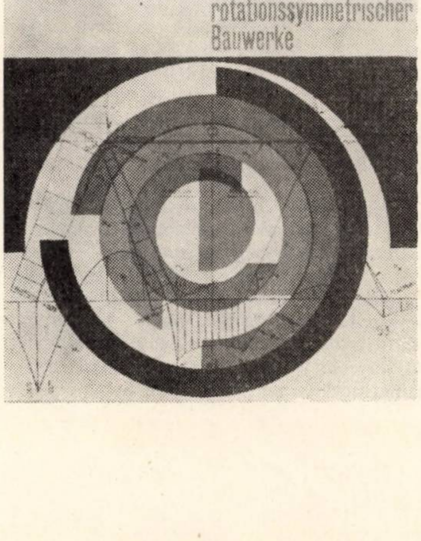
Ed. Werner, Düsseldorf, 1967.

Traducere după originalul în l. maghiară: Kétszimmetrikus szerkezetek elmélete és számítása

Műszaki Könyvkiadó, Budapesta, 1964.

Lucrarea are drept scop prezentarea întabulată a caracteristicilor de calcul ale diferitelor tipuri de elemente radial simetrice (plăci plane circulare sau inelare, plăci plane circulare rezemate pe mediu elastic, plăci subţiri cilindrice, cupole sferice şi conice etc.), cu ajutorul cărora sistemele formate din astfel de elemente (rezervoare, castele de apă, turnuri etc.) să poată fi calculate cu aceleaşi metode ca şi sistemele static nedeterminate formate din bare.

Este de menţionat că în această problemă, care constituie o preocupare din ce în ce mai frecventă în literatura de specialitate, au apărut de mai mulţi ani diverse articole tratînd cazuri particulare izolate, cum sînt cele publicate chiar de *dr. Márkus* în Vizügyi Közlemények (1952—53) şi în alte reviste, de *G. Oravas* în Mém. de l'Assoc. Intern. des Ponts et Charpantes (1953—54), iar la noi în ţară de *T. Barta* în Bul. Şt. şi Tehnic al Inst. Politehnic Timişoara (1957). De asemenea, formule şi tabele pentru diferite cazuri sînt cuprinse şi în tratatele mai generale referitoare la plăcile curbe subţiri, dintre care menţionăm pe cele din vol. III al tratatului ,,Scienza delle Costruzioni" de *O. Belluzzi* şi din recenta lucrare ,,Calculul plăcilor curbe subţiri" de *acad. A. Beleş* şi *M. Soare*. Reunirea lor într-o prezentare completă şi unificată, în cadrul unei monografii special destinate acestui domeniu face obiectul a două cărţi excelente apărute în ultimii ani: vol. IV din ,,Statik rotationssymmetrischer Flächentragwerke" de *E. Hampe* şi cartea *dr. Gyula Márkus* la care ne referim.



Impresionantă atît prin vastul material pe care îl cuprinde, cît şi prin modul sistematizat şi deosebit de îngrijit al prezentării lui, această carte se impune ca o lucrare fundamentală a literaturii tehnice contemporane în problemele calculului sistemelor radial simetrice.

În prima parte sînt tratate plăcile plane circulare şi inelare, atît cele pe reazeme fixe, cît şi cele rezemate pe mediu elastic, luîndu-se în considerare cazul plăcilor cu secţiune constantă, al plăcilor cu vute sau cu secţiune variabilă liniar şi cel al secţiunilor variabile hiperbolic spre un capitel-ciupercă central. Se dau toate elementele necesare (momente de încastrare perfectă din diverse încărcări, rigidităţi la rotire, coeficienţi de transmitere a momentelor) cu ajutorul cărora se pot calcula sistemele asamblate din mai multe plăci concentrice, dîndu-se şi exemple de astfel de calcule prin metode iterative de tip Cross.

În completarea acestei părţi se dau elemente similare şi pentru inele (de felul inelelor de cupole) şi pentru şaibe plane circulare solicitate axial.

În partea a doua se trece la plăcile curbe subţiri de rotaţie (cilindrice lungi şi scurte, cupole tronconice, sferice şi eliptice), cu secţiune constantă şi cu secţiune variabilă liniar, considerată în stadiul de membrană. După prezentarea în tabele a formulelor pentru tipurile de plăci subţiri enumerate mai sus, se tratează şi cazul general al unei plăci cu curbă directoare oarecare, prin diferenţe finite, grafic sau analitic.

În partea următoare se dau, pentru aceleaşi tipuri de plăci curbe subţiri, caracteristicile de calcul în teoria de încovoiere, respectiv datele necesare pentru calculul sistemelor formate din mai multe plăci (momente de încastrare perfectă din încărcări, rigidităţi la rotire şi la deplasare, coeficienţi de transmitere a momentelor etc.). Se exemplifică şi aici folosirea coeficienţilor daţi în tabele la calculul unor ansambluri formate din mai multe plăci plane şi curbe, prin procedee iterative.

La sfîrşitul cărţii sînt date sub forma de tabele şi abace valori gata calculate pe baza formulelor din lucrare.

Întreaga lucrare, în afară de elementele originale, de nivelul ridicat al conţinutului teoretic şi de deosebitul spirit de sinteză care o caracterizează, se remarcă şi prin strînsa legare a conţinutului de necesităţile practicii curente. Credem că o editare în limba română ar fi primită cu interes de inginerii şi studenţii de specialitate din ţara noastră.

Ing. R. Agent

INCERC: ,,STUDII ŞI CERCETĂRI“ nr. 7, 1968

Această broşură cuprinde 11 articole din seria : ,,Instalaţii ”

1. În articolul : **,,Efectele termice în construcţii ale infiltrării aerului şi calitatea ferestrelor”** (autor, ing. I. Ionescu) se dezvoltă ideea de a îmbunătăţi normele de calcul al necesarului de căldură în construcţii, ţinînd seamă de concomitenţa climatică a temperaturii şi vîntului de calcul, precum şi de orientarea şi amplasarea clădirii. În acest scop, pe baza datelor meteorologice pentru 40 de localităţi din ţară pe timp de 20 de ani s-a stabilit viteza de calcul a vîntului pentru patru zone eoliene în diferite condiţii de expunere la vînt, care acoperă întreaga suprafaţă a ţării. Pentru determinarea coeficientului specific de infiltrare a aerului s-a imaginat şi construit un stand de încercare pentru ferestre şi uşi exterioare, cu care s-au început experimentări pentru diferite tipuri de tîmplărie exterioară. Pe baza datelor care vor fi obţinute se va propune corectarea normelor de calcul în vigoare.

2. În al doilea articol : **,,Comentarii asupra calculului necesarului de căldură pentru halele industriale”** (autori : ing. D. Ghiţescu şi ing. L. Klodnischi) se analizează diferitele criterii care stau la baza calculului necesarului de căldură al halelor industriale, în funcţie de particularităţile pe care le prezintă spaţiile industriale încălzite, sub aspectul confortului fiziologic.

Ţinînd seama de o serie de rezultate experimentale, autorii arată că calculul necesarului de căldură efectuat pe baza temperaturii rezultante a aerului nu corespunde realităţii.

În concluziile articolului se justifică principiile pe baza cărora au fost adoptate noile prescripţii de calcul al necesarului de căldură pentru halele industriale incluse în ediţia revizuită a STAS 1907 în ceea ce priveşte stabilirea temperaturilor interioare de calcul, determinarea valorilor coeficienţilor şi pentru suprafeţele interioare ale pereţilor etc.

3. Articolul : **,,Amenajarea unui laborator pentru măsurarea puterii termice a corpurilor de încălzire”** (autori : ing. D. Ghiţescu şi ing. Gh. Farcaş), prezintă laboratorul-celulă termică INCERC pentru măsurarea puterii termice a corpurilor de încălzire, construit şi pus recent în funcţiune după modelul belgian al profesorului G. Burnay din Liège. În încheierea articolului se arată modul de efectuare a încercărilor pentru determinarea caracteristicilor termice ale corpurilor de încălzire şi forma de prezentare a rezultatelor.

4. În al patrulea articol : **,,Funcţionarea instalaţiilor de cazane legate la vas de expansiune deschis”** (autori : ing. I. Ţonea şi ing. D. Ghiţescu) se arată constatările făcute asupra funcţionării defectuoase a vaselor de expansiune deschise la centralele termice ale blocurilor de locuinţe, care duc la concluzia că astfel de scheme de montaj al instalaţiilor nu asigură protecţia acestora contra accidentelor provocate de depăşirea temperaturii de fierbere a apei din cazane.

Din analiza unor măsurători de temperatură a apei în conductele principale de tur şi retur ale instalaţiilor, autorii trag concluzia că este necesară adoptarea unor măsuri speciale de siguranţă contra accidentelor, la instalaţiile de încălzire cu apă caldă.

5. În articolul : **,,Aparat pentru încercări de uzură a robinetelor sanitare”** (autor : ing. Gh. Vasile) se descrie o instalaţie cu zece posturi de încercare la închideri-deschideri repetate a diferitelor tipuri de robinete sanitare, în gol sau la presiune, bazată pe transformarea mişcării de rotaţie continuă dată de un motor electric, în mişcare de translaţie alternativă a unei cremaliere şi apoi din nou în mişcare de rotaţie cu schimbare de sens.

Aparatul realizat este prevăzut şi cu un numărător de cicluri care permite înregistrări de ordinul 10^6.

6. Articolul **,,Aspecte privind nivelul tehnic actual al construcţiei de aparate aeroterme în ţară şi străinătate”** (autori : ing. C. Zolia şi ing. V. Nenu) analizează construcţia aerotermelor produse în ţara noastră, sub diferite aspecte, şi anume : soluţii constructive, materiale folosite şi tehnologii de fabricaţie, caracteristici funcţionale, performanţe, ajungînd la concluzia că, prin comparaţie cu aerotermele produse în alte ţări, există posibilitatea îmbunătăţirii indicatorilor şi a reducerii consumului de metal.

7. În al şaptelea articol : **,,Soluţii de măşti pentru acoperirea blocurilor sanitare în construcţii de locuinţe”** (autori : ing. M. Ivanoff şi ing. Lucia Pop) se prezintă rezultatele studiilor şi experimentărilor efectuate la INCERC, care au dus la rezolvarea tehnică a unei măşti demontabile de material plastic (P.V.C.) pentru acoperirea blocurilor sanitare în construcţii de locuinţe, care înlocuieşte soluţia tradiţională incomodă cu tencuieli pe rabiţ.

8. În articolul **,,Folosirea aparatelor cu inducţie de aer la încălzirea halelor industriale”** (autori : ing. Al. Cristea, ing. Ghiţescu şi ing. I. Ionescu) se expun studiile şi cercetările efectuate la INCERC care au dus la crearea unui aparat nou de încălzire bazat pe fenomenul inducţiei de aer, experimentat cu bune rezultate la hala de fabricaţie mobilă de la Combinatul de industrializare a lemnului Pipera.

Pe baza măsurătorilor efectuate în timpul experimentărilor s-a stabilit eficacitatea şi domeniul de aplicare economic al aparatelor de acest tip. În articol se indică metoda de calcul şi principalele date necesare proiectării sistemelor de încălzire care folosesc asemenea aparate.

9. Articolul : **,,Comentarii asupra elementelor de bază intervenite în calculul necesarului de căldură al clădirilor”** (autori : ing. L. Klodnischi şi ing. D. Ghiţescu), avînd un caracter didactic, cuprinde o discuţie asupra principalilor parametri fizici care intervin în expresiile matematice ale legilor schimbului de căldură dintre elementele de construcţii şi mediul ambiant, în scopul replicării şi înţelegerii noţiunilor pentru o mai justă interpretare a prevederilor din standardele privind stabilirea necesarului de căldură al construcţiilor.

10. În al zecelea articol : **,,Observaţii asupra funcţionării unor instalaţii de încălzire monotubulare realizate în Bucureşti şi Ploieşti”** (autori : ing. I. Ţonea şi ing. L. Lăzărescu) se analizează rezultatele obţinute în exploatarea a două instalaţii de încălzire centrală monotub, sub aspectul influenţei diferiţilor factori asupra climatului interior. De asemenea, se face o comparaţie între consumurile de materiale ale instalaţiilor monotub şi bitub.

În concluzie, se arată dezavantajele instalaţiei monotub şi situaţiile cînd acestea pot fi aplicate mai avantajos.

11. Ultimul articol : **,,Instalaţii experimentale de încălzire cu radiatoare cu lichid intermediar”** (autori : prof. ing. G. d’Albon şi alţii) prezintă rezultatele unor studii şi experimentări asupra unei instalaţii de încălzire folosind lichid intermediar, în comparaţie cu cele curente, arătîndu-se posibilitatea realizării unor economii de 30%.

Se arată domeniul eficient de folosire şi căile de generalizare a acestor instalaţii.

INCERC : „STUDII ŞI CERCETĂRI" nr. 8, 1968

1. Primul articol : **„Studii şi cercetări în vederea asimilării celor mai eficiente tipuri de oţeluri pentru beton armat"** (autori : ing. T. Cărare şi ing. M. Weissenberg — Seria Beton Armat) constituie o trecere în revistă a evoluţiei şi stadiului actual privind asimilarea în R.S. România a oţelurilor superioare pentru beton armat. După prezentarea acestui stadiu se analizează pe tipuri de oţeluri (oţel profilat la rece, oţel laminat la cald cu profil periodic, sîrmă trasă mată) problemele privind calitatea oţelurilor şi definitivarea caracteristicilor mecanice (bazate pe numeroase încercări), alegerea şi stabilirea profilului optim legat de realizarea aderenţei cu betonul, precum şi condiţiile tehnologice de realizare, sudare şi utilizare pe şantiere, inclusiv problemele specifice de proiectare, eficienţă economică şi propuneri de îmbunătăţire a performanţelor acestor oţeluri.

2. În articolul : **„Cercetări de laborator asupra comportării zidăriilor sub acţiunea sarcinilor orizontale aplicate în planul lor"** (autori : ing. M. Simonici, C. Schleifer, ing. E. Loghin şi ing. S. Follas — Seria Zidării, pereţi) se prezintă primele concluzii obţinute din încercarea pe zidărie modelată la scara 1 : 4, asupra comportării acesteia sub acţiunea sarcinilor orizontale.

Pentru efectuarea cercetării, autorii au preconizat adoptarea unei metodologii noi de modelare a zidăriei prin utilizarea unor cărămizi ceramice fabricate special la scara 1 : 4 şi a unui mortar corespunzător, care să permită realizarea unor zidării modelate cu caracteristici de deformaţie apropiate de cele reale şi aceleaşi condiţii de conlucrare cu betonul care intervin în consolidarea unei zidării.

Din primele încercări efectuate pe zidărie modelată s-au tras unele concluzii calitative comparative între diferite tipuri de zidării consolidate cu beton, în ceea ce priveşte capacitatea portantă, variaţia deformabilităţii şi modul de rupere.

Ar fi fost utilă o prezentare de ansamblu a întregului program de cercetări pentru a se putea aprecia obiectivele urmărite şi rezultatele ce se scontează.

3. Al treilea articol : **„Consideraţii privind proiectul noii metodologii de elaborare a indicilor tehnico-economici pe obiecte, subansambluri şi părţi de construcţii"** (autor : ing. M. Avram — Seria Economia construcţiilor) analizează la început, în mod critic, metodologia actuală pentru elaborarea indicilor tehnico-economici, arătînd principalele ei deficienţe, în special în ceea ce priveşte necuprinderea suficientă a complexităţii şi variabilităţii obiectelor de construcţii.

În a doua parte a articolului, autorul propune o nouă metodologie îmbunătăţită de elaborare a indicilor tehnico-economici pe obiecte şi subansambluri de construcţii, concepînd obiectul ca o reuniune de subansambluri constructive.

4. În articolul : **„Studii şi cercetări în vederea asimilării celor mai eficiente tipuri de oţeluri pentru beton precomprimat"** (autori : ing. T. Cărare şi dr. ing. M. Tannenbaum — Seria beton precomprimat), se face o privire de ansamblu asupra stadiului actual al asimilării în R.S. România a oţelurilor de înaltă rezistenţă pentru beton precomprimat.

Se prezintă pe tipuri de oţeluri (sîrmă de oţel netedă şi amprentată, împletituri, toroane, bare laminate la cald de cl. A IV, sîrme laminate la cald şi îmbunătăţite prin tratare termică) analiza şi evoluţia caracteristicilor de calitate, condiţiile şi domeniile de utilizare, unele consideraţii tehnico-economice, precum şi propuneri pentru cercetări în vederea îmbunătăţirii produselor.

5. În ultimul articol : **„Structuri spaţiale reticulate"** (autori : dr. ing. M. Soare şi ing. A. Pîrvu — Seria Construcţii metalice) se prezintă o primă parte a studiilor sistematice întreprinse de autori în cadrul INCERC, cu ajutorul tehnicii moderne de calcul bazată pe folosirea calculatoarelor electronice, pentru alcătuirea geometrică şi punerea la punct a metodelor de calcul al structurilor spaţiale reticulate. În articol se expun succint patru tipuri de structuri spaţiale planare, se face o clasificare a metodelor de calcul şi se dau tabele pentru elaborarea rapidă a efortului dominant într-un tip de structură.

Problema tratată prezintă un mare interes pentru dezvoltarea structurilor metalice eficiente în ţara noastră şi de aceea este de dorit publicarea în continuare a rezultatelor obţinute din cercetările efectuate.

INCERC : „STUDII ŞI CERCETĂRI" nr. 9, 1968

1. În primul articol : **„Determinarea procesului tehnologic eficient economic pentru executarea mecanizată a lucrărilor de terasamente"** (autori : ing. A. Enăşescu şi ing. I. Ştefănescu — Seria Economia construcţiilor) se prezintă o încercare de optimizare din punctul de vedere al costului, a procesului tehnologic dinamic de executare mecanizată a lucrărilor de terasamente, prin folosirea metodei secvenţionale şi a unei metode tabelare euristice. După o parte generală în care sînt definite noţiunile folosite, studiul expune baza matematică a metodei de optimizare secvenţională şi apoi dă rezolvarea unei aplicaţii prin această metodă, pentru a scoate în evidenţă modul de aplicare şi avantajele ei.

2. Articolul : **„Un algoritm pentru nivelarea resurselor în metoda drumului critic"** (autor : matematician V. Masgras — Seria Economia construcţiilor) analizează posibilitatea de rezolvare a unei probleme de distribuire cît mai uniformă a resurselor necesare pentru realizarea unui proiect, astfel încît să se păstreze durata proiectului. Pentru realizarea acestei probleme de nivelare a resurselor, autorul propune un algoritm bazat pe o metodă euristică de alocare a resurselor, conceput pentru a putea fi utilizat cu ajutorul calculatoarelor electronice.

În articol se indică domeniul şi condiţiile de aplicabilitate a algoritmului. Ar fi fost indicat să se dea şi un exemplu practic mai complet de aplicare a metodei propuse.

3. Al treilea articol : **„Studiul proceselor complexe prin reţele generalizate"** (autor : ing. S. Lazăr — Seria Economia construcţiilor) expune o serie de tipuri de reţele generalizate utilizate la analiza variantelor posibile ale unor procese complexe care intervin în construcţii, ca, de exemplu : procese tehnologice, propunere de investiţii în perspectivă, cercetări ştiinţifice etc. După prezentarea principalelor caracteristici ale reţelelor generalizate se face o analiză a variantelor unei investiţii după această metodă, evaluîndu-se rezultatele şi punîndu-se astfel în evidenţă posibilităţile remarcabile ale analizei drumului critic.

4. În articolul : **„Contribuţii la tehnica transportului şi manipulării cimentului în vrac"** (autori : ing. V. Goran, ing. A. Pătraşcu, ing. Gh. Aldea — Seria Mecanizarea lucrărilor de construcţii) se prezintă cercetările experimentale efectuate în cadrul INCERC referitoare la noi tehnologii privind descărcarea prin fluidizare a cimentului în vrac din recipiente şi filtrarea aerului comprimat utilizat pentru această descărcare, în scopul evitării degradării cimentului şi a mijloacelor de transport.

5. Articolul : **„Cercetări experimentale pe grinzi de beton precomprimat de 18 m deschidere la 6 m interax pentru acoperişuri de hale industriale"** (autori : ing. N. Constantinescu, ing. A. Cambureanu şi dr. ing. M. Tannenbaum — Seria Beton precomprimat) cuprinde rezultatele experimentale obţinute la încercarea a două grinzi transversale cu inimă plină de secţiune T pentru acoperişuri de hale industriale cu continuitate pe reazem.

Încercările au urmărit comportarea grinzilor la fisurare, refisurare şi rupere, punînd în evidenţă o bună concordanţă cu datele de calcul, ceea ce a permis introducerea elementului în producţie.

6. În ultima parte a broşurii nr. 9, Studii şi cercetări — Seria Mecanizarea lucrărilor de construcţii, se prezintă opt fişe tehnice pentru următoarele utilaje şi unelte mecanice de construcţii : centrală automată de beton cu două trepte, de 30 000 m^3/an ; centrală automată de beton cu o treaptă de 60 000 m^3/an ; cricuri hidraulice de 50, 100 şi 200 tf ; încărcător cu cupă de 0,8 m^3 pe tractorul S—651 ; screper-tractor de 8 m^3 ; maşină de finisat pardoseli de beton ; maşină de fasonat oţel-beton ; pistol pneumatic pentru injectat chituri în rosturi.

În fiecare fişă se dă domeniul de utilizare, o scurtă descriere, modul de funcţionare şi principalele caracteristici tehnice şi funcţionale ale utilajului respectiv.

„Tehnica la zi"
Iaşi, 23-30 martie 1969

În cadrul manifestărilor prilejuite de săptămîna „Tehnica la zi", care s-a desfăşurat la Iaşi între 23 şi 30 martie 1969, a avut loc şi o sesiune de comunicări: „Progrese ştiinţifice şi tehnice în construcţii".

Desfăşurată pe parcursul a două zile, sesiunea a stîrnit un larg ecou în rîndurile participanţilor ca urmare a nivelului ridicat la care au fost prezentate comunicările şi a dezbaterilor ce au avut loc cu acest prilej.

Reunind specialişti de înaltă competenţă ştiinţifică în specialitate, cadre didactice de la institutele politehnice din Iaşi şi Cluj, de la INCERC Bucureşti şi din unităţile de proiectare şi execuţie ale municipiului Iaşi, sesiunea a constituit o platformă de lansare a gîndirii tehnice ieşene spre obiective de cea mai înaltă problematică a progresului tehnic contemporan.

Este interesantă parcurgerea comunicărilor însoţite de o succintă prezentare:

1. Orientări noi în calculul construcţiilor.

Prof. ing. Anton Şesan, Institutul politehnic Iaşi

Mijloacele moderne, maşinile de calcul şi aparatura electronică permit proiectantului, cercetătorului, inginerului constructor să abordeze într-un mod nou calculul construcţiilor. Rezumarea la operaţiile de a verifica o predimensionare stabilită nu mai este contribuţie inginerească, iar îmbrăcarea calculului în forme matematice pentru a apărea mai ştiinţific nu este suficientă.

Orientarea inginerului trebuie îndreptată spre a intui şi crea, prin mijlocirea maşinilor de calcul, soluţii raţionale care să tindă cît mai mult spre optimizare.

Maşinile, ele însele, nu pot crea, însă preiau volumul mare de calcul manual. Inginerului îi trebuie însă experienţă şi intuiţie.

Subliniind în continuare rolul experimentului în formarea unei concepţii şi intuiţii asupra comportării diverselor structuri, autorul a precizat că trebuie dată o importanţă deosebită experimentărilor pe structură. Pe machete, fenomenele pot fi apreciate suficient de bine calitativ, însă nu şi cantitativ.

Trecînd în revistă contribuţia şcolii superioare din Iaşi la dezvoltarea unor concepţii noi în cercetarea fenomenelor seismice şi a răspunsului structurilor la solicitările din sarcini orizontale, s-au menţionat noile concepţii privind experimentările iniţiate de cercetătorii acestei şcoli.

Au fost prezentate unele consideraţii asupra conceptului de siguranţă în construcţii, cu referiri asupra metodei stărilor limită, a lipsei unor date statistice care să permită stabilirea cît mai reală a coeficienţilor de omogenitate, ai condiţiilor de lucru etc. Bazată pe un calcul de probabilitate, metoda stărilor limită reprezintă un real progres în calculul construcţiilor, deşi forma de prezentare şi faptul că nu a fost pregătită în ce priveşte cunoaşterea coeficienţilor amintiţi la propriile noastre condiţii a creat dificultăţi şi multe discuţii.

2. Clădirea şi acţiunile mediului înconjurător.

Conf. dr. ing. Virgil Focşa, Institutul politehnic Iaşi

Autorul s-a referit la unele aspecte esenţiale în dezvoltarea de perspectivă a construcţiilor, în orientarea problematicii actuale legate de noile structuri şi materiale, care au permis trecerea de la execuţia unor pereţi cu masivitate de 1,5 t/m^2 la elemente care ajung la cîteva zeci de kg/m^3. Utilizarea materialelor noi, fundamental diferite din punct de vedere fizic faţă de cele tradiţionale, ridică probleme dificile legate de confort, de cerinţe tehnologice sau biologice, legate de concepţia de realizare. Problema devine mai complexă prin însăşi concepţia constructivă, care se dezvoltă pe sisteme neomogene, pe una sau mai multe direcţii, tendinţă care se accentuează pe măsură ce noi materiale se introduc în execuţie.

Accentuînd necesitatea unei adaptări mai bune a construcţiilor la factorii naturali, s-au prezentat noile cerinţe, mult mai strînse, care impun noi considerente de concepţie şi calitate ce trebuie satisfăcute împotriva nocivităţilor atmosferice sau tehnologice (praf, gaze, zgomot etc.) pentru a se asigura în mai mare măsură condiţii normale de viaţă şi confort pentru om.

În acest sens au fost menţionate unele contribuţii valoroase aduse de cadrele didactice din Iaşi la cercetarea fenomenelor legate de fizica construcţiilor.

3. Procedee aplicate de catedra de beton armat în practica construcţiilor.

Conf. ing. Anatolie Mihul, Institutul politehnic Iaşi

Autorul, într-o scurtă introducere, a prezentat problemele principale care preocupă astăzi pe constructori în rezolvarea structurilor de rezistenţă ale clădirilor. A dezvoltat apoi temele pe care este axată activitatea catedrei de beton armat de la Institutul politehnic Iaşi: structuri spaţiale, dirijarea tensiunilor din precomprimare, industrializarea structurilor, betoane uşoare, betoane aparente, coroziunea betonului armat şi a betonului precomprimat, tehnologii noi de realizare: cofraje glisante, turnarea betonului preîncălzit, liftarea construcţiilor.

Au fost prezentate sistemele spaţiale cutate, precomprimate, aplicate la realizarea unei săli de sport, unui cinematograf, unor centrale termice din municipiul Gh. Gheorghiu-Dej, Piatra Neamţ, Iaşi şi Roman, sisteme pe cadre precomprimate, prefabricate şi monolite, aplicate la sala de gimnastică de la Institutul agronomic Iaşi, la unele construcţii agricole, sisteme poliedrice pentru reţeaua de stîlpi de 6/6 şi 12/12 m, cu inelul de reazem precomprimat, cu armături dispuse sub formă de inele nesegmentate, sisteme de fundaţii realizate din elemente prefabricate, piloţi stelaţi, piloţi şurub, piloţi cu gol central, panouri mari cu goluri, fundaţii izolate sub formă de plăci spaţiale cu pereţii relativ subţiri (hipari) aplicaţi la diverse construcţii din judeţele Bacău şi Iaşi, sisteme de structuri alcătuite din elemente liniare, grinzi cu zăbrele, grinzi TT, T, grinzi tubulare etc.

În cadrul prezentării au fost scoase în evidenţă procedeele originale elaborate de catedra de beton armat pentru realizarea unor dirijări de tensiuni mai avantajoase, cum ar fi dispunerea armăturilor pretensionate după trasee poligonale, cît şi pretensionarea inelelor nesegmentate.

Totodată, la unele construcţii experimentale au fost utilizate betoane aparente a căror tehnologie a fost analizată din punctul de vedere al modului de realizare.

Expunerea a fost încheiată cu prezentarea lucrărilor de liftare a acoperişului cinematografului „Copou" în curs de finisare.

4. Construcţii uşoare

Prof. ing. Al. Negoiţă, Institutul politehnic Cluj

Comunicarea a cuprins aspecte deosebit de interesante privind concepţia şi dezvoltarea pe plan mondial a structurilor pentru construcţiile uşoare. Cercetările întreprinse şi realizările interesante obţinute de cercetătorii din Cluj au subliniat avantajele tehnice şi economice ce se obţin prin introducerea noilor soluţii în practica construcţiilor, mai ales în condiţiile cînd ţara noastră dispune de mari posibilităţi privind producerea de materiale uşoare.

În acest sens s-a subliniat importanţa abordării cu mai mult curaj a unor cercetări sistematice în acest domeniu, care pot să ducă la rezultate eficiente pentru practica construcţiilor.

5. Tehnologii moderne în construcţii.

Conf. ing. Antoniu Trelea, Institutul politehnic Iaşi

Au fost prezentate principalele tehnologii utilizate pe plan mondial în domeniul construcţiilor de locuinţe, sisteme de execuţie care în prezent au început să intre în practica construcţiilor din ţara noastră.

6. Tratarea betonului prin procedee electrotermice în execuţia prefabricatelor pe timp friguros

Şef lucrări ing. Ariadna Boghian, Institutul politehnic Iaşi

Încălzirea electrică a betonului devine deosebit de avantajoasă, după autoare, în unele aplicaţii practice şi este mai puţin costisitoare decît actualele tehnologii. Deşi aparent costul este mai ridicat, în final se obţin economii ca urmare a reducerii ciclului de tratare termică.

7. Unele aspecte noi privind industrializarea finisajelor la construcţii de locuit executate cu pereţi netezi de beton

Ing. M. Anghelescu, ing. Fl. Gheorghiu, INCERC Bucureşti

S-au prezentat cercetările întreprinse şi rezultatele obţinute de cercetătorii institutului la crearea unor noi materiale şi tehnologii destinate finisării elementelor netede de beton, care au permis un progres real în acest domeniu al construcţiilor executate în ţară.

Au fost obţinute materiale care să astupe porii, să permită tratamente subţiri, atît la interioare, cît şi la faţade, cu costuri cît mai reduse şi durate scurte de execuţie. La panouri mari, finisajele pot fi executate în fabricile de prefabricate.

8. Masele plastice şi utilizarea lor în construcţii

Ing. D. Costescu, INCERC Bucureşti

Cercetările fructuoase întreprinse au dus la introducerea maselor plastice într-un procent ridicat faţă de totalul materialelor utilizate în prezent în construcţiile executate în ţara noastră.

9. Arhitectura contemporană

Arh. Vl. Munteanu, D.S.A.P.C.-Iaşi

A prezentat o expunere interesantă privind tendinţele şi realizările remarcabile ale arhitecturii mondiale şi ale celei autohtone, subliniind noile orientări ce se impun în acest domeniu.

10. Soluţii de prefabricare a pereţilor la construcţii industriale şi agrozootehnice cu aplicaţii la Intreprinderea 4 construcţii-montaj Iaşi.

Ing. T. Patelli, ing. M. Popoaie, ing. E. Mîrza, I. 4 C.M. Iaşi

Autorii au evidenţiat dezavantajul soluţiilor clasice, tradiţionale, de execuţie a pereţilor din zidării în condiţiile de industrializare prin prefabricare a structurii principale a halelor industriale.

Execuţia stîlpilor şi acoperişului din elemente prefabricate a permis creşterea rapidă a gradului de industrializare a construcţiilor şi reducerea duratei de execuţie, însă aceste avantaje sînt diminuate de volumul mare de timp consumat pentru execuţia pereţilor.

Pentru înlăturarea dezavantajelor menţionate, specialiştii de la I. 4 C.M. Iaşi au proiectat şi introdus în execuţie soluţii noi, printre care pereţii din panouri mari din beton prefabricat cu care s-au executat uscătoriile de la Fabrica de produse ceramice din Iaşi, pereţii de la halele de gestaţie ale Complexului de porci Vereşti — Suceava, ambele proiectate iniţial din zidărie.

Au fost experimentate soluţii noi de pereţi realizate de Ministerul Industriei Construcţiilor, ca pereţii-cortină (azbociment polistiren expandat) la Uzina de piese de schimb Suceava, pereţii din panouri prefabricate din beton celular autoclavizat, pereţii-cortină din geam profilat etc.

11. Probleme noi în construcţia diversificată a locuinţelor în municipiul Iaşi

Dr. ing. C. Mihăilescu, D.S.A.P.C.-Iaşi

Autorul a prezentat investigaţiile şi realizările interesante obţinute de specialiştii de la D.S.A.P.C.-Iaşi, subliniind interesul ce se acordă rezolvării problemelor de proiectare a unor partiuri diversificate în construcţia de locuinţe din municipiul Iaşi.

12. Tehnologia de execuţie prin glisare în baterii a rezervoarelor de vin

Ing. L. Kirmayer, ing. M. Lăcătuşu, I. 4 C.M. Iaşi

Utilizarea cofrajelor glisante devine avantajoasă la construcţiile cu înălţime mare. Pentru a se elimina volumul mare de material lemnos, pe baza unor rezultate obţinute la glisarea grupurilor de stîlpi de la CET Iaşi, încă în 1964, s-au proiectat cofraje pentru glisarea în baterii a rezervoarelor de vin de beton armat.

La crama de la Găgeşti, unde s-a aplicat pentru prima dată procedeul, budanele de vin au fost glisate înainte de a se executa structura halelor de depozitare.

Cofrajele au fost concepute astfel ca prin rigiditatea lor ridicată să permită mutarea de la un grup de celule la altul fără a le demonta, ceea ce a constituit un avantaj substanţial.

Unde nu a fost posibilă glisarea înaintea execuţiei structurii de rezistenţă, cum a fost cazul cramei de la Cotnari, cofrajul glisant a fost ridicat şi transportat cu ajutorul unor monoraiuri suspendate de acoperişul deja executat.

13. Organizarea circuitului informaţional într-o întreprindere de construcţii-montaj

Ing. N. Tutoş, I. 4 C.M. Iaşi

Lucrarea prezintă consideraţii generale privitoare la circulaţia informaţiilor şi analiza a două circuite informaţionale foarte importante pentru o întreprindere de construcţii, şi anume circuitul privitor la aprovizionarea cu materiale, care cuprinde toate fazele, începînd cu stabilirea necesarului şi sfîrşind cu consumul şi operaţiile contabile. Al doilea circuit prezentat se referă la raportarea şi decontarea producţiei.

14. Studiu privind productivitatea muncii în construcţii-montaj

Ing. N. Tutoş, I. 4 C.M. Iaşi

S-a propus o metodologie nouă de determinare a productivităţii muncii prin eliminarea valorilor la care nu se fac eforturi proprii. Cu această metodologie, planificarea şi repartizarea productivităţii la subunităţi elimină în mare măsură arbitrariul şi permit o corelaţie şi un control mai raţional al îndeplinirii acestui indicator.

15. Contribuţii ale I. 4 C.M. Iaşi privind tehnologia de execuţie a acoperişurilor halelor industriale din elemente de beton precomprimat

Ing. V. Dascălu, I. 4 C.M. Iaşi

Comunicarea a cuprins principalele contribuţii aduse la execuţia elementelor de acoperiş din beton precomprimat realizate în ultimii ani în Moldova. Astfel, s-a perfecţionat tehnologia de realizare a grinzilor din bolţari prefabricaţi prin eliminarea operaţiilor de ripare, realizarea canalelor pentru fascicule cu teci metalice recuperabile la trasee curbe, injectarea pe timp friguros, controlul şi măsurarea forţei de precomprimare în armătura postintinsă.

16. Adîncirea specializării la Trustul judeţean de construcţii Iaşi

Ing. M. Dumitraşcu, T.R.C. Iaşi

Subliniind caracterul continuu şi dinamic al procesului de specializare a unităţilor de construcţii, a structurii organizatorice şi de producţie, s-a prezentat organizarea, pentru prima dată în ţară, a şantierelor specializate pe ciclu zero, structuri, finisaje etc.

17. Dezvoltarea urbanistică a oraşului Iaşi în perspectivă

Arh. Şt. Păunel, D.S.A.P.C.-Iaşi

Oraşul Iaşi, arată autorul, cu monumentele şi trecutul său istoric, cu prezentul său industrial, ridică probleme interesante şi complexe pentru cercetarea urbanistică în general şi pentru acest oraş în special.

Ing. V. Dascălu

E 1688

SUMAR GENERAL PE ANUL 1969

CALCULUL, TEORIA ŞI ÎNCERCAREA CONSTRUCŢIILOR

Agent R. : **Procedeu simplificat pentru considerarea conlucrării spaţiale în calculul la forţe orizontale al structurilor cu cadre principale longitudinale,** nr. 4. p. 169

Agent R. : **Calculul static al structurilor din elemente prefabricate de beton armat avînd îmbinări cu continuitate unilaterală,** nr. 12, p. 631

Avram C. N., Anastasescu D., Mîrşu O., Munteanu I. : **Cercetări privind calculul şi comportarea structurilor înalte realizate din cadre — diafragme de beton armat supuse la sarcini orizontale,** nr. 5, p. 254

Băluţ N., Gioncu V., Appeltauer I. ş.a. : **Calculul aproximativ al barelor comprimate la grinzi cu zăbrele din profile cu pereţi subţiri,** nr. 11, p. 582

Dabija E. F. : **Calculul frecvenţelor şi formelor proprii de vibraţie ale structurilor etajate prin metoda matricii de transfer (Holzer),** nr. 3, p. 119

Gîrleşteanu M. : **Încercarea unui element de beton armat prin metoda de duritate superficială,** nr. 9, p. 453

Mărăcine D. : **Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcţii industriale climatizate,** nr. 1, p. 1

Nelepcu D. : **Aspecte ale calculului cadrelor precomprimate de la hala experimentală INCERC-Bucureşti, ţinînd seama de deformaţiile reologice,** nr. 10, p. 505

Popăescu A., Lőbel L., Tannenbaum M., Anistoroaiei A., Petrişor A. : **Suprastructuri prefabricate pentru podeţe de drumuri forestiere cu L = 6—8 m,** nr. 2, p. 57

Ruşcă C. : **Sistematizarea calculului structurii halelor avînd stîlpii de beton armat cu goluri mari încastrate la ambele capete,** nr. 11, p. 579

Teodorescu D. : **Valori proprii şi vectori proprii la matrici simetrice de ordinul trei. Aplicaţii la determinarea formelor proprii de vibraţie,** nr. 10, p. 524

Weissenberg M. : **Date comparative privind rezultatele ce se obţin în proiectarea pe baza a diferite prescripţii de calcul referitoare la săgeţile elementelor încovoiate de beton armat,** nr. 11, p. 585

CONSTRUCŢII SOCIAL-CULTURALE, DE LOCUINŢE, INDUSTRIALE, SPECIALE ŞI AGROZOOTEHNICE

Agent R. : **Realizări valoroase în domeniul sistemelor constructive la clădirile industriale,** nr. 8, p. 393

Chalet P. : **Marile ansambluri de locuinţe şi industrializarea construcţiilor în Franţa,** nr. 7, p. 383

Dascălu V. : **Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcţii industriale climatizate (Execuţia),** nr. 1, p. 15

Gherasim N. : **Realizarea complexului de clădiri al Consiliului de Ajutor Economic Reciproc din Moscova,** nr. 5, p. 225

Grigoriu D., Săndulescu Gh. : **Aspecte în evoluţia concepţiei de alcătuire şi execuţie a structurilor de hale industriale parter în România,** nr. 6, p. 303

Grigoriu D., Săndulescu Gh., Dabija M. : **Structuri de hale industriale parter realizate cu elemente cu suprafaţă mare de beton precomprimat, produse uzinat,** nr. 12, p. 617

Mateescu D., Caraba I. : **Asupra unor factori care determină scoaterea pretimpurie din exploatare a grinzilor căilor de rulare,** nr. 10, p. 515

Mihul A., Rotman S. : **Sisteme cutate precomprimate alcătuite din plăci plane utilizate la structura de rezistenţă a sălii de sport din Piatra Neamţ,** nr. 8, p. 439

Mihul A., Grigorescu R. : **Liftarea acoperişului la cinematograful Copou din Iaşi,** nr. 11, p. 561

Mihul A. : **Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcţii industriale climatizate,** nr. 1, p. 10

Mihul A., Leonte C., Enescu St., Cuciureanu A. : **Structura de rezistenţă a unei săli de sport construite la Iaşi,** nr. 5, p. 233

Petculescu N. I. : **Realizări noi în domeniul fundaţiilor de maşini,** nr. 2, p. 77

Popăescu A., Lőbel L., Tannenbaum M., Anistoroaiei A., Petrişor A. : **Suprastructuri prefabricate pentru podeţe de drumuri forestiere cu L = 6—8 m,** nr. 2, p. 57

Scarlat A., Tannenbaum M. : **Structura halei experimentale INCERC, nr. 10, p. 510**

Schiel R., Keintzel E. ş.a. : **Blocuri de locuinţe cu confort diferenţiat din panouri mari prefabricate, proiectate la D.S.A.P.C. Braşov, nr. 6, p. 300**

Stoicovici D. : **Structură mixtă din elemente prefabricate suprabenotate realizată la o hală industrialăe tajată, nr. 3,** p. 113

Vernescu P. : **Tipizarea, bază a industrializării construcţiilor,** nr. 8, p. 400

BETON ARMAT, PREFABRICAT ŞI BETON PRECOMPRIMAT

Boghian Ariadna : **Accelerarea pe cale electrică a întăririi panourilor mari prefabricate din beton uşor pe poligoane mobile,** nr. 12, p. 649

Dabija E. F. : **Aspecte privind ductilitatea şi capacitatea de absorbţie a energiei de către elementele de beton armat** nr. 12, p. 624

Dascălu V. : **Aspecte privind stabilirea şi controlul programului de tensionare a fasciculelor postîntinse cu trasee rectilinii şi curbilinii la elemente prefabricate sau preturnate de beton precomprimat,** nr. 11, p. 574

Drimer M., Dull R. ş.a. : **Prefabricate tipizate în domeniul construcţiilor civile. Realizări şi preocupări actuale,** nr. 6, p. 293

Halmagiu M. : **Consideraţii asupra posibilităţilor de îmbunătăţire a realizării unor elemente prefabricate de mare serie din beton precomprimat,** nr. 2, p. 65

Halmagiu M. : **Consideraţii asupra posibilităţilor de îmbunătăţire a unor elemente prefabricate de mare serie din beton precomprimat,** nr. 6, p. 319

Lupan M. : **Progrese recente realizate în tehnica prefabricării construcţiilor de beton armat din ţara noastră şi probleme de viitor,** nr. 8, p. 419

MECANIZAREA CONSTRUCŢIILOR

Butculescu M. : **Transmisii mecanice moderne pentru maşini terasiere,** nr. 5, p. 238

Mihăilescu Şt., Bărdescu I. : **Excavatoare cu braţ telescopic în industria construcţiilor** nr. 1, p. 31

Mihăilescu Şt. : **Acţionarea hidrostatică, tendinţă actuală în domeniul maşinilor pentru lucrări de terasamente,** nr. 3, p. 125

Mihăilescu Şt., Pătruţ P. : **Sisteme perfecţionate de acţionări hidrostatice ale maşinilor de terasamente,** nr. 5, p. 245

FINISAJE, IZOLĂRI ŞI PROTECŢIE ANTICOROSIVĂ

Cosma G., Minea S., Sorin M. : **Comportarea unor sisteme de vopsire pe bază de răşini sintetice în microclimatul maritim al ţării noastre,** nr. 7, 368

Focşa V., Gavrilaş I., Guţu Irina : **Acţiunea termică a radiaţiei solare asupra clădirilor,** nr. 10, p. 528

Koppel I., Teodorescu D., Vasiliu Al. : **Sisteme de protecţie anticorosivă la bazinele de beton pentru soluţii de sulfat de aluminiu din staţiile de tratare a apei,** nr. 7, p. 344

Mihul A., Zăicescu A., Capatu C., Cuciureanu A. : **Instalaţie pentru încercarea elementelor de beton armat şi beton precomprimat la coroziune,** nr. 7, p. 361

Păunel M., Marcu P. : **Studiul comportării de lungă durată a unor aliaje de aluminiu expuse în condiţii marine,** nr. 9, p. 479

Pitiş I., Lăcătuşu V. : **Contribuţii la cunoaşterea organismelor care pot acoperi suprafeţele imersate ale construcţiilor portuare din Constanţa,** nr. 9, p. 487

Platon Vl. : **Defecţiuni apărute la ferestrele noilor construcţii,** nr. 11, p. 594

Platon Vl. : **Măsuri ce trebuie luate cu privire la îmbunătăţirea calităţii uşilor şi ferestrelor în construcţii,** nr. 12, p. 652

Popeea G. : **Aparate pentru studiul de laborator al coroziunii realizate în secția „Protecția contra coroziunii" din INCERC**, nr. 9, p. 475

Solacolu Cornelia, Teodorescu D., Vasiliu Al. : **Mărirea rezistenței la agresivitatea sulfatică a tuburilor de beton precomprimat tip Premo**, nr. 7, p. 352

Solacolu Cornelia, Teodorescu D., Vasiliu Al. : **Comportarea mortarelor cu adaos de inhibitor în soluții de sulfat de sodiu**, nr. 9, p. 483

Solacolu Cornelia, Vasiliu Al. : **Influența raportului volum soluție : volum epruvetă asupra determinării rezistenței mortarelor la agresivitatea sulfatică**, nr. 9, p. 490

Strat L., Opreanu L. : **Protecția aluminiului în climat marin**, nr. 9, p. 477

Șișman S., Nedelcu N., Gram D. : **Masticuri bituminoase rezistente la medii chimice corosive**, nr. 7, p. 372

Teodorescu D., Făcăoaru I., Herdlicka A. : **Îmbunătățirea rezistenței la coroziune a maselor pe bază de polimeri de furfurolacetonă. Verificarea comportării la medii corosive prin metoda ultrasonică**, nr. 9, p. 466

Teodorescu D., Pipera Georgeta : **Stabilirea naturii și concentrației mediilor corosive existente în incinta unor hale din industria chimică anorganică**, nr. 7, p. 341

Teodorescu D., Pipera Georgeta, Stamate Gh., Făcăoaru I. : **Cercetări privind comportarea mortarelor de ciment cu adaos de latex de cauciuc în medii acide diluate**, nr. 7, p. 356

Teodorescu D., Moraru D., Taflan Florica, Romanescu Al., Celea Virginia : **Contribuții la stabilirea unei metode de determinare a rezistențelor la coroziune ale elementelor în apa de mare**, nr. 7, p. 365

Teodorescu D., Vasiliu Al., Milea Victoria : **Metodă de laborator pentru determinarea rezistenței cimenturilor și mortarelor de ciment la acțiunea apelor cu CO_2 agresiv**, nr. 9, p. 463

Teodorescu D., Pipera Georgeta, Popescu A. : **Încercări pentru stabilirea metodei de determinare a numărului minim de straturi ale peliculelor de vopsea pentru protecția betonului**, nr. 9, p. 470

Vasiliu Al., Teodorescu D., Milea Victoria : **Zone cu agresivitate carbonică și sulfatică pentru betoane și mortare pe teritoriul României**, nr. 7, p. 339

Vițu Al. : **Protecția anticorosivă a construcțiilor**, nr. 7, p. 337

INSTALAȚII

Christea Al. : **Calculul conductelor de distribuție uniformă pentru instalațiile de ventilare și de condiționare a aerului prin metoda recuperării presiunii statice**, nr. 10, p. 534

Davidescu Al., Zbîrcea V. : **Stabilitatea termică a construcțiilor pentru încăperi cu sarcină de încălzire dată (pe timp de iarnă)** nr. 1, p. 36

Leonăchescu N. : **Particularități ale proiectării instalațiilor termice aferente construcțiilor amplasate la mare altitudine**, nr. 10, p. 539

Vintilă Șt. : **Traiectoriile maxime și minime ale jeturilor de aer neizoterme**, nr. 3, p. 130

GEOTEHNICĂ ȘI FUNDAȚII

Botea E., Bally J. R. : **Aspecte ale dezvoltării geotehnicii și a tehnicii fundațiilor în R.S.R.**, nr. 8, p. 434

Gîdea A., Păunescu M. ș.a. : **Evoluția tasărilor la cîteva tipuri de clădiri din Timișoara**, nr. 9, p. 449

Mihai C., Mihul A. : **Fundații izolate prefabricate de tip hipar cu inelul de bază precomprimat**, nr. 4, p. 178

TEHNOLOGIA MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

Abramovici P., Enache M. : **Folosirea argilei refractare de Botești pentru fabricarea gresiei ceramice**, nr. 4, p. 200

Badea M., Trapcea G., Boboiceanu C. : **Prepararea nisipurilor cuarțoase feldspatice prin metoda flotației**, nr. 4, p. 198

Cerchez V. M., Marinescu L. : **Aspecte ale formării, cristalizării și topirii mulitului, component valoros al maselor ceramice**, nr. 11, p. 600

Crăciunescu Liliana : **Difuzarea ionilor de clor prin gelul de bioxid de siliciu**, nr. 5, p. 251

Medvețchi A. : **Progresul tehnic în industria materialelor de construcții în România**, nr. 8, p. 406

Munteanu Gh., Stoian E. : **Studiul termotehnic comparativ al cuptoarelor tunel de ars cahle de teracotă la fabricile din Sibiu și Bistrița**, nr. 2, p. 95

Rener A. : **Preocupări tehnologice la IPEC-Brașov**, nr. 6, p. 287

Șuler S., Gertler R. : **Calcule simplificate privind asigurarea pe timp friguros a temperaturii prescrise pentru betoane la stațiile de preparare**, nr. 3, p. 160

FOLOSIREA DE NOI MATERIALE DE CONSTRUCȚII

Cetățeanu S., Roșca V., Coandă S., Stancu M. : **Distanțieri de material plastic pentru poziționarea armăturii elementelor de beton armat**, nr. 3, p. 135

Enculescu Maria : **Cimenturi hidrofobe**, nr. 3, p. 143

Tertea I., Beuran Marieta : **Betonul ușor de granulit, simplu și armat, solicitat la compresiune centrică**, nr. 10, p. 543

Tertea I. : **Betoane de rezistență din scorie bazaltică**, nr. 12, p. 655

ORGANIZAREA, ECONOMIA ȘI PLANIFICAREA CONSTRUCȚIILOR

Anastasescu M. : **Industria prefabricatelor din beton armat și reducerea prețului lucrărilor de construcții**, nr. 6, p. 311

Aurian J., Giurea I. : **Aspecte ale întocmirii graficelor coordonatoare prin metodele de analiză a drumului critic**, nr. 1, p. 20

Belfert I., Cristea Em. : **Aplicarea graficelor-rețea la organizarea fluxului proceselor de muncă pentru formațiile complexe de lucru**, nr. 9, p. 462

Lazăr S. : **Criterii și procedee de nivelare a resurselor prin analiza drumului critic**, nr. 2, p. 81

Manolache M., Șerbănescu N. : **Puncte de vedere privind stimularea reducerii consumului de resurse pe șantierele de construcții**, nr. 4, p. 195

Manolache M. : **Aplicații ale proprietăților de ordonarea grafelor în planificarea operativă a activității de construcții-montaj**, nr. 12, p. 641

Marcu A. : **Noi modalități pentru folosirea indicilor tehnico-economici pe obiecte de construcții în vederea perfecționării proiectării și planificării în construcții**, nr. 4, p. 188

Țopa N., Teodorescu D. : **Unele probleme legate de determinarea formelor proprii de vibrație cu ajutorul calculatoarelor electronice**, nr. 2, p. 90

Trelea A. : **Intocmirea planului operativ la lucrările coordonate prin metoda drumului critic**, nr. 4, p. 185

Vlad O. : **Repartizarea rațională, la diferite obiecte, a betonului preparat centralizat**, nr. 2, p. 97

STUDII ȘI CERCETĂRI

Alexandrescu Fl. : **Cercetări experimentale privind comportarea unor sisteme de îmbinare la solicitări statice**, nr. 12, p. 635

Avram N.C., Anastasescu D., Mîrșu O., Munteanu I. : **Cercetări privind calculul și comportarea structurilor înalte realizate din cadre-diafragme de beton armat supuse la sarcini orizontale**, nr. 5, p. 254

Brînzan I., Șerbănescu Gh. : **Rezultatele unor cercetări experimentale efectuate cu solicitări dinamice pe diafragme de beton armat monolit și din panouri mari prefabricate cu diferite sisteme de îmbinare**, nr. 11, p. 566

Dumitrescu F.D. : **Cercetări științifice în construcții**, nr. 8, p. 414

Marinov R. : **Aspecte privind corelația între rezistența la întindere a betonului determinată pe prisme și pe cilindri**, nr. 11, p. 592

Mihul A. : **Hale prefabricate cu grinzi-canal portante din beton precomprimat pentru construcții industriale climatizate**, nr. 1, p. 10

Perchat J. : **Cercetările din Franța în domeniul construcțiilor de beton armat și de beton precomprimat**, nr. 7, p. 378

Popăescu A., Lőbel L., Tannenbaum M., Anistoroaiei A., Petrișor A. : **Suprastructuri prefabricate pentru podețe de drumuri forestiere cu L = 6—8 m**, nr. 2, p. 57

Roşca V., Stancu M. : **Automatizarea tratamentelor termice în camere de aburire şi tipare încălzitoare**, nr. 5, p. 268

Ruber E., Tannenbaum M., Viespescu D. : **Rosturi lipite cu răşini epoxidice. Experimentări pe un model de pod la scară naturală**, nr. 4, p. 182

Şuler S., Gertler R. : **Variaţii ale umidităţii în masele de agregate**, nr. 1, p. 41

Weissenberg M. : **Date comparative privind rezultatele ce se obţin în proiectarea pe baza a diferite prescripţii de calcul referitoare la săgeţile elementelor încovoiate de beton armat**, nr. 11, p. 585

DIVERSE

Albigès M. : **Formarea cadrelor**, nr. 7, p. 375

Marcu V., Moiceanu I. : **Contribuţia Intreprinderii de prefabricate de elemente de construcţii (IPEC) din Braşov la industrializarea construcţiilor în cei 20 de ani de activitate**, nr. 6, p. 281

Pană Gh. : **Mase vibrante cu amortizor (P.G. 1)**, nr. 4, p. 193

Popescu C.I., Rădulescu J. : **Soluţii tehnologice privind remedierea porţiunilor de rosturi neetanşe dintre panourile mari de faţadă**, nr. 2, p. 72

NOTE

Calmanovici G. : **Utilizarea plaselor sudate în construcţii de beton armat în Austria**, nr. 4, p. 208

Dascălu V. : **Execuţia grinzilor prefabricate precomprimate pentru extinderea fabricii de rulmenţi din Bîrlad**, nr. 4, p. 206

Dascălu V. : **Unele precizări privind aplicarea ,,Metodei grafice'' (,,diagrama de pretensionare'') la stabilirea alungirii de control corespunzătoare forţei de precomprimare**, nr. 6, p. 327

Grigoriu D., Săndulescu G. : **Unele aspecte privind prefabricarea construcţiilor industriale parter în Italia**, nr. 1, p. 43

Niculescu Dinu : **Aspecte privind utilizarea aliajelor de aluminiu la realizarea elementelor şi structurilor de rezistenţă**, nr. 4, p. 203.

CRONICA

Teodorescu D. : **Simpozionul ,,Protecţia anticorosivă a construcţiilor''**, nr. 2, p. 109

Sandi H. : **Simpozion la Essen asupra tehnicii vibraţiilor**, nr. 2, p. 109

Sandi H. : **Cursuri de perfecţionare în tehnica sistemelor la Universitatea tehnică Berlin-Charlottenburg**, nr. 2, p. 110

x x x :**Premiile Comitetului de Stat pentru Construcţii, Arhitectură şi Sistematizare pe anul 1968**, nr. 3, p. 162

Tannenbaum M. : **Simpozionul R.I.L.E.M. Dezvoltarea maşinilor de încercare pentru construcţii, Stuttgart, R.F.G. 25—30 martie 1968**, nr. 4, p. 220

Focşa V. : **Al V-lea Congres internaţional de ,,luptă împotriva zgomotului'', Londra — 13—18 mai 1968**, nr. 4, p. 222

Calmanovici G. : **Al IV-lea Salon al industrializării construcţiilor (SAIE) Bologna, 5—13 octombrie 1968**, nr. 4, p. 222

Lőbel L. : **Probleme actuale privitoare la betonul precomprimat în discuţia simpozioanelor F.I.P. de la Madrid (I)**, nr. 6, p. 33 ; **(II)**, nr. 7, p. 385 ; **(III)**, nr. 9, p. 492 ; **(IV)**, nr. 11, p. 608

Mihul A. : **Congresul internaţional pentru beton uşor de la Londra**, nr. 9, p. 495

Păunescu M. : **Despre două interesante manifestări internaţionale în domeniul geotehnicii şi fundaţiilor**, nr. 9, p. 498

Lupan M. : **Manifestările ştiinţifice internaţionale RILEM-Bucureşti, septembrie 1969**, nr. 10, p. 549

V. Dascălu: **,,Tehnica la zi'' Iaşi 23—30 martie 1968**, nr. 12, p. 666

RECENZII

x x x : **Lucrările primului colocviu internaţional asupra structurilor pneumatice**, nr. 2, p. 111

Preg Otto, Rudolf Trostel : **Construcţii pneumatice**, nr. 3, p. 167

Lazarov V., Tatarov I., Ivancev I., Gocev S. : **Construcţii de hale sportive universale**, nr. 3, p. 168

x x x : **INCERC ,,Studii şi cercetări'' nr. 1, 1968**, nr. 3, p. 168

x x x: **INCERC : ,,Studii şi cercetări'' nr. 2, 1968**, nr. 4, p. 218

Edgar Schultze, Heinz Muhs : **Cercetări de teren pentru construcţii inginereşti**, nr. 4, p. 218

Halasz şi Tantow : **Clădiri din panouri mari. Alcătuire şi calcul**, nr. 4, p. 219

Jodzişki I.L., Makaricev V.V. : **Acoperişuri cu panouri din betoane celulare**, nr. 4, p. 219

x x x: **INCERC ,,Studii şi cercetări'' nr. 3/1968**, nr. 6, p. 333

Cornelis A., Deprez G. ş.a. : **Aplicarea calculatoarelor electronice la calculul structurilor**, nr. 6, p. 334

x x x: **INCERC : Studii şi cercetări nr. 4/1968**, nr. 7, p. 388

Beleş A.A., Soare M. : **Calculul plăcilor curbe subţiri**, nr. 8, p. 446

x x x: **INCERC ,,Studii şi cercetări'' nr. 5/1968**, nr. 9, p. 499

x x x: **INCERC ,,Studii şi cercetări'' nr. 6/1968**, nr. 9, p. 500

Soare M. : **Aplicarea ecuaţiilor cu diferenţe finite la calculul plăcilor curbe subţiri**, nr. 9, p. 500

Fischer L. : **Teoria şi practica învelişurilor subţiri**, nr. 9, p. 501

Siegel C. : **Forme structurale ale arhitecturii moderne**, nr. 9, p. 501

Lazăr S. : **Analiza drumului critic**, nr. 10, p. 556

Zurnadji V.A., Ananiev V.P., Gilman I.D., Dejin I.V. : **Fundaţii pe terenuri loessoide sensibile la umezire**, nr. 10, p. 556

Bares R., Massonnet C. : **Calculul reţelelor de grinzi şi dale ortotrope prin metoda Guyon-Massonnet-Bares**, nr. 10, p. 557

Albigès M., Coin A., Journet H. : **Studiul structurilor prin metode matriciale**, nr. 11, p. 612

Albigès M., Coin A. : **Rezistenţa materialelor aplicată**, nr. 11, p. 612

Kuczynski W. : **Construcţii din armociment**, nr. 11, p. 612

Gyula Márkus : **Teoria şi calculul structurilor radial simetrice**, nr. 12, p. 663

x x x: **INCERC : ,,Studii şi cercetări'' nr. 7, 8, 9/1968**, nr. 12, p. 664—665.

DOCUMENTARE

Două construcţii sportive moderne în Statele Unite, nr. 2, p. 101

Podul Ioaniţilor peste Rin la Basel, nr. 2, p. 102

Betonul uşor utilizat la execuţia unor poduri în R.F.G. nr. 2, p. 105

O pasarelă acoperită suspendată de acoperişul ei, nr. 2, p. 105

Parking subteran din beton precomprimat, nr. 2, p. 107

Podul De Burch în Sydney-Australia, nr. 2, p. 108

Tunelul Seikan va fi cel mai lung tunel submarin din lume, nr. 3, p. 165

Un bloc cu o structură de rezistenţă neobişnuită executată cu cofraje glisante, nr. 3, p. 165

Un sistem original de executare a cupolelor de beton armat, nr. 4, p. 212

Grinzi TT prefabricate de peste 36 m deschidere, nr. 4, p. 214

Podul din Tomar, nr. 4, p. 215

Construcţia de acoperişuri în 1970, nr. 4, p. 216

Ziduri de sprijin apărătoare de soare, nr. 5, p. 279

Un imobil administrativ construit din elemente prefabricate, nr. 5, p. 280

Perete-lumină, o formă nouă de perete-cortină, nr. 6, p. 334

Pilon de radioemisie din beton armat prefabricat, nr. 6, p. 335

Soluţii originale la realizarea unei clădiri administrative, nr. 7, p. 389

Procedeu rapid pentru construcţii de clădiri de material plastic turnat, nr. 7, p. 390

Sea-City, insula artificială pentru 30 000 de locuitori, nr. 7, p. 391

Castel de apă-tribună, nr. 8, p. 447

O construcţie record de beton precomprimat, nr. 8, p. 447

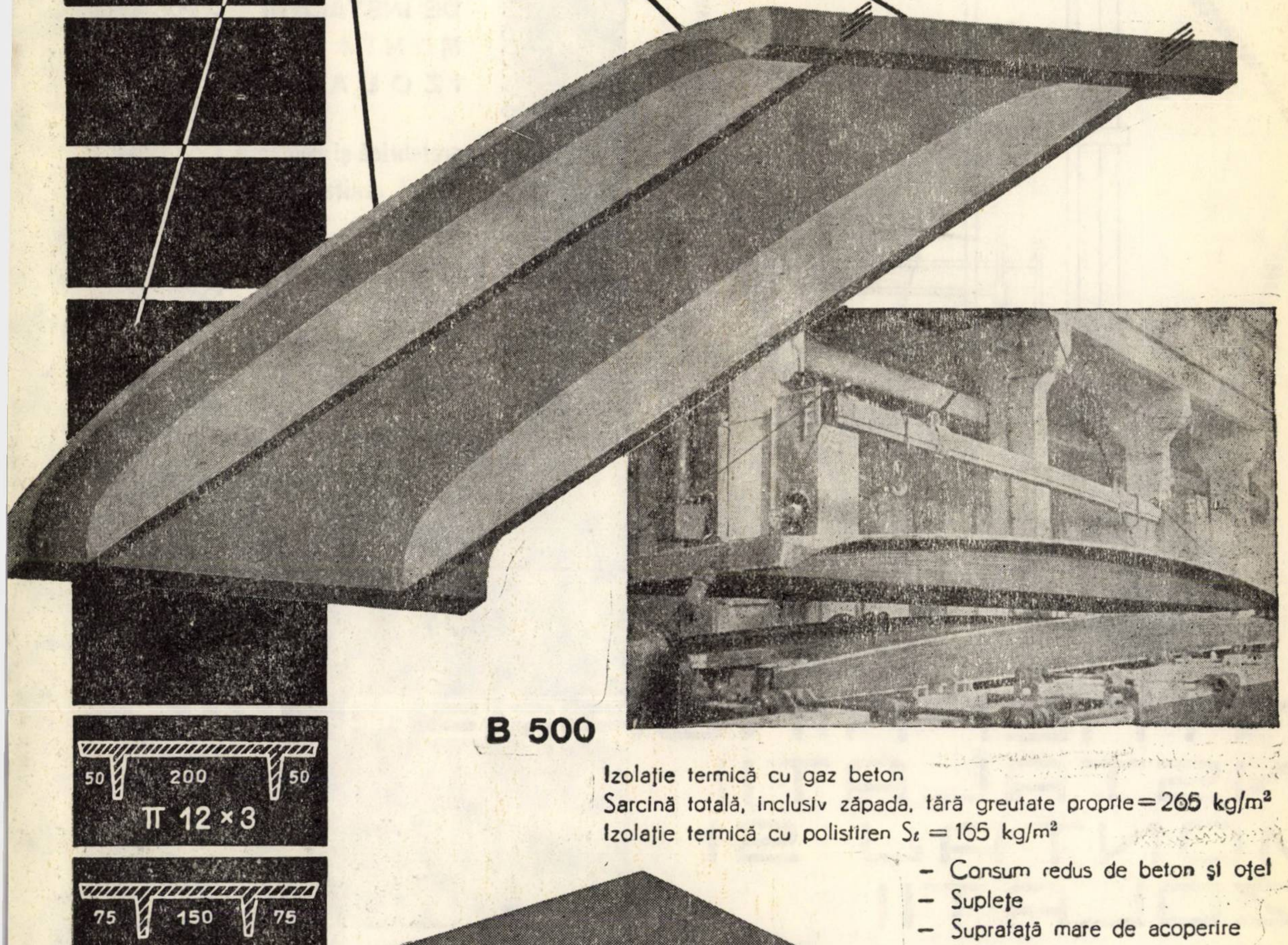
Procedeu original de modernizare a unui cămin de studenţi la Londra, nr. 8, p. 447

Metodă originală de construcţie a unui pod în Italia, nr. 9, p. 502

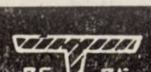
Turnul Australia Square, cea mai înaltă construcţie din lume executată din beton uşor, nr. 10, p. 558

NOUTATE!

ELEMENTE DE ACOPERIȘ CURBE
IN SECȚIUNE TT SAU T DIN BETON
ARMAT PRECOMPRIMAT DE 12 × 3 m
12 × 1,5 m



B 500



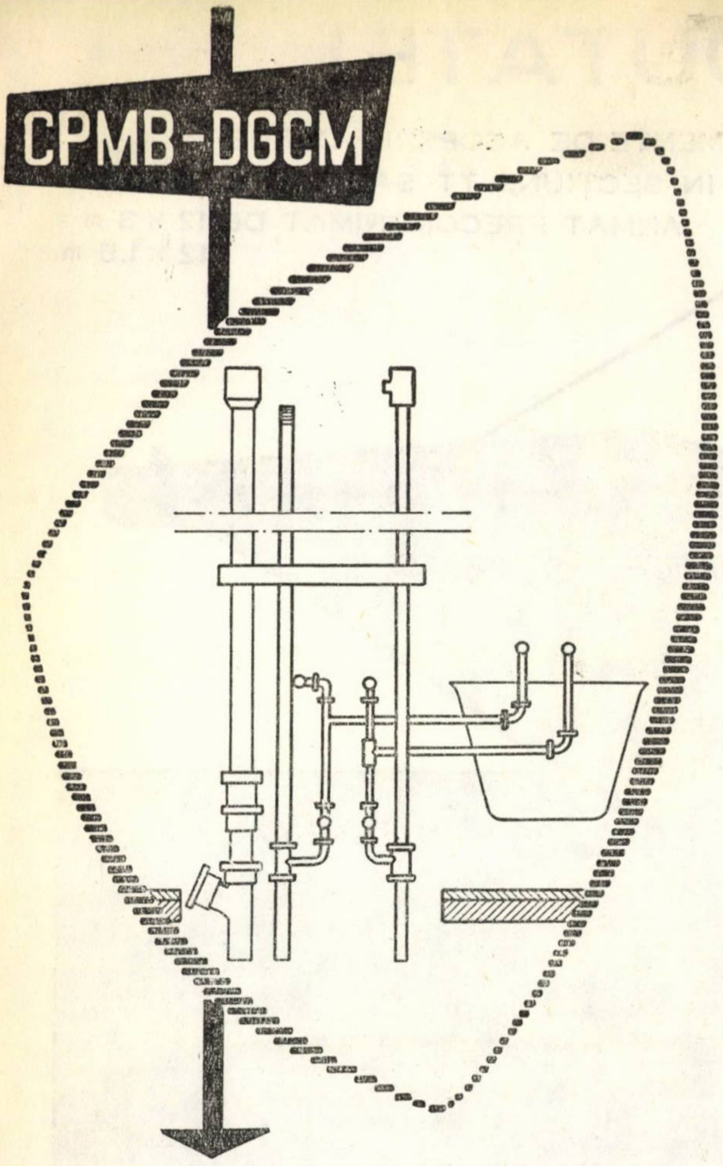
Izolație termică cu gaz beton
Sarcină totală, inclusiv zăpada, fără greutate proprie = 265 kg/m²
Izolație termică cu polistiren S_t = 165 kg/m²

- Consum redus de beton și oțel
- Suplețe
- Suprafață mare de acoperire
- Economic
- Sarcini portante sporite

Oferă

**Întreprinderea de prefabricate
și elemente de construcții
BRAȘOV**

Str. Carpaților nr. 93
Telefon 22565 • Telex 012261

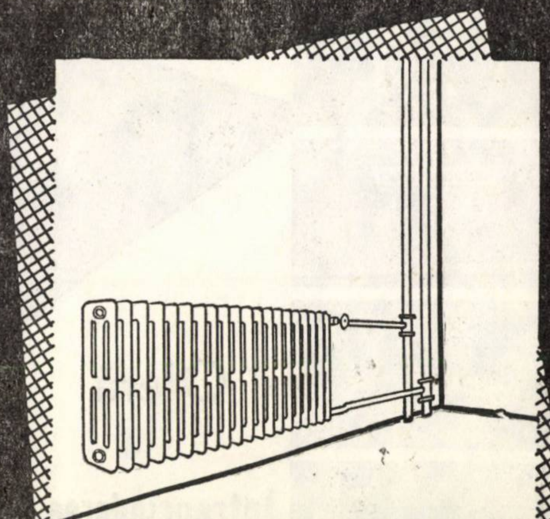


ÎNTREPRINDEREA DE INSTALAŢII MONTAJ ŞI IZOLAŢII

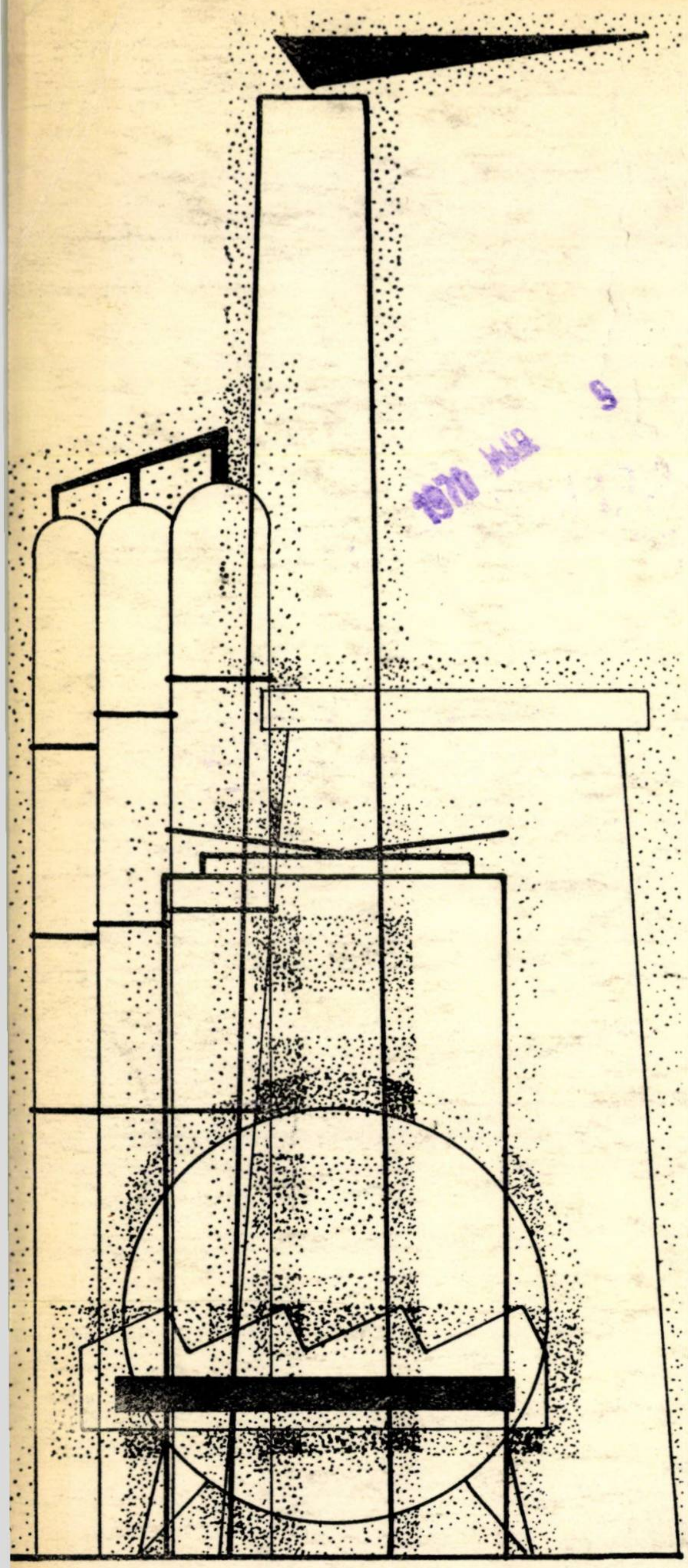
- prefabrică şi montează noduri sanitare şi de încălzire
- execută orice fel de instalaţii în clădiri civile, social-culturale şi industriale

INTREPRINDEREA DE
INSTALATII
MONTAJ SI
IZOLATII

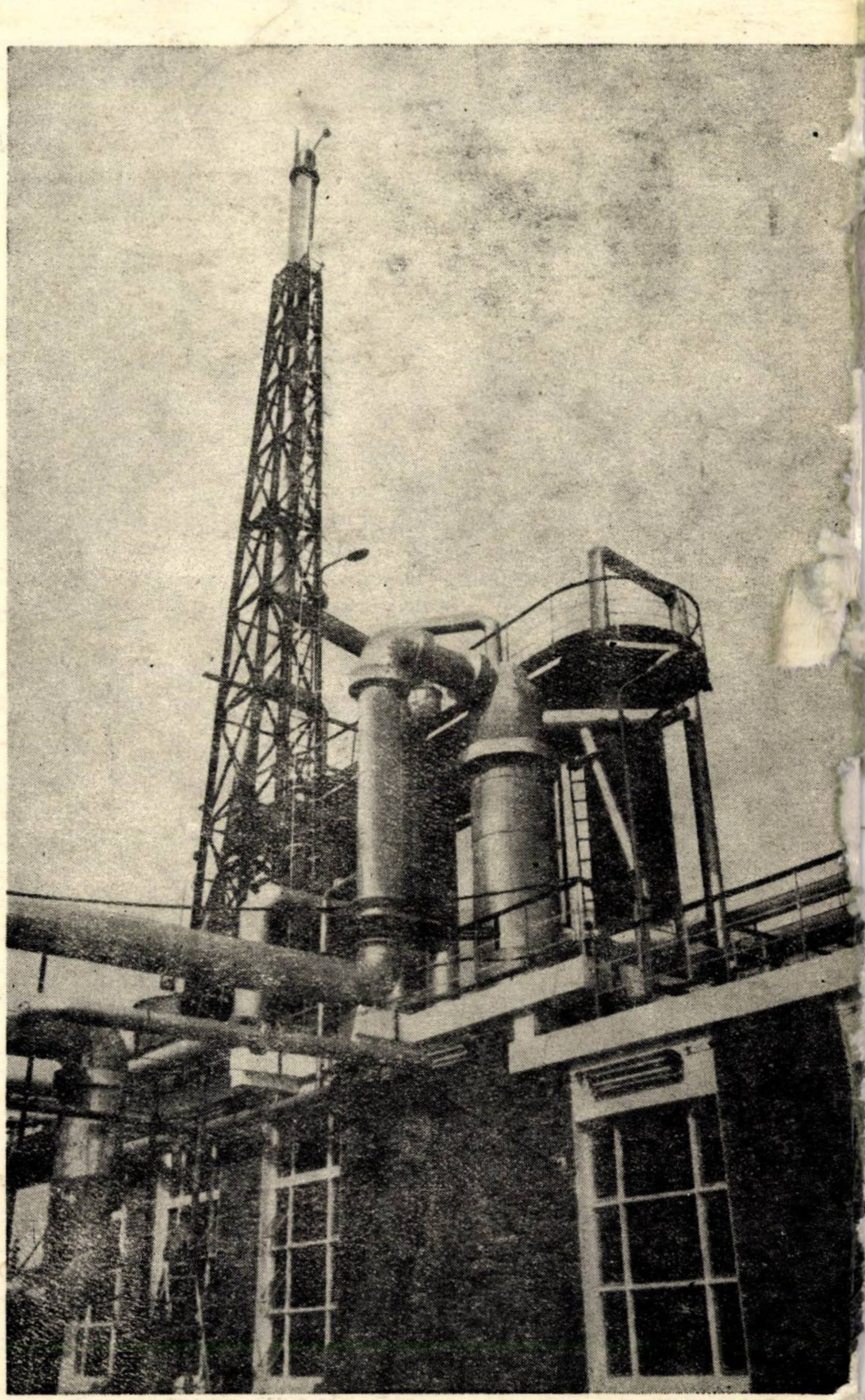
Bucureşti,
Str. Lipscani, 33 - Telefon 13.70.10



● CONSTRUCȚII DE COMPLEXE INDUSTRIALE ● CLĂDIRI DE LOCUIT ȘI SOCIAL-CULTURALE ● CONSTRUCȚII SPECIALE — TURNURI DE RĂCIRE, REZERVOARE ● ELEMENTE DE BETON PRECOMPRIMAT ● ALIMENTĂRI CU APĂ ȘI STAȚII DE TRATARE ● LUCRĂRI DE DRUMURI, PODURI ȘI CĂI FERATE UZINALE ● CONSTRUCȚII AGROZOOTEHNICE



1970 MAR 9



EXECUTĂ

iscm
municipiul
gh. gheorghiu-dej

m. c. î. c. r.

întreprinderea șantier construcții montaj

MUNICIPIUL GH. GHEORGHIU-DEJ STR. CAUCIUCULUI 22 ROMANIA

CONT B. I. 040.28.001 • TELEFON 1000; 1001